

LA BIOTECNOLOGÍA COMO SECTOR EMERGENTE EN EL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN DE BAJA CALIFORNIA, MÉXICO: UNA APROXIMACIÓN.

ISMAEL PLASCENCIA LÓPEZ

Universidad Autónoma de Baja California, México

ismael@uabc.edu.mx

CARLOS GERARDO LÓPEZ HERNÁNDEZ

Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, México

cgerardo@cicese.mx

MA. DEL CARMEN ALCALÁ ÁLVAREZ

Universidad Autónoma de Baja California, México

alcala@uabc.edu.mx

I. RESUMEN

El sector de la biotecnología es estratégico para todos aquellos países y regiones que impulsan las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico en una economía basada en el conocimiento. De acuerdo con la OCDE (The Bioeconomy to 2030, 2009) si se presentan las circunstancias adecuadas, la biotecnología puede producir la siguiente ola de innovación en productos y servicios a través de diferentes actividades económicas o sectores como la salud, la agricultura, industria y energía.

El objetivo del presente trabajo es describir las capacidades incipientes de biotecnología que existen en Baja California para establecer políticas de impulso para su desarrollo, como sector estratégico. Para analizar las capacidades de biotecnología en Baja California se hará un diagnóstico aplicando la metodología de Política Regional de la Unión Europea denominada Estrategia para la Especialización Inteligente (*Guide to Research and Innovation Strategy for Smart Specialization RIS3*, 2012) llevando a efecto: el Análisis del contexto regional y potencial para la innovación, la Gobernanza, la Identificación de Prioridades y la Definición de una mezcla de políticas coherentes, mapas de ruta y plan de acción, así como la Integración de los mecanismos de monitoreo y evaluación.

II. INTRODUCCIÓN

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. La forma más sencilla de definir a la biotecnología es 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, 2009) define la biotecnología como la aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos o inertes, para la producción de conocimiento, bienes y servicios (OECD, 2005).

En Baja California se cuenta con algunas empresas de clase mundial que participan en manufactura avanzada de anticuerpos (biotecnología blanca), así como algunas empresas pequeñas que participan en farmacéutica (biotecnología roja), acuicultura (biotecnología azul) y agricultura y biomasa (biotecnología verde), por otra parte existen instituciones de investigación científica y tecnológica de alto prestigio en el Estado y la Región. La

interacción entre estas es incipiente, pero se podrían mejorar los procesos de vinculación y cooperación.

En California, Estados Unidos; existen tres de los cuatro clústers más importantes de biotecnología. El reto es cómo aumentar el grado de integración entre instituciones y empresas de Baja California, México para que puedan participar y competir en la cadena global de valor.

Los resultados en el sector de biotecnología en la región Baja California-San Diego son los siguientes: a) se trata de un proceso que se forja desde principios del siglo XX solo en la parte estadounidense, b) la interacción transfronteriza se desarrolla en tres etapas cuyos niveles de colaboración aluden a distintas áreas de colaboración, c) que la primera etapa de la cooperación transfronteriza se concentra en el área de infraestructura y se limita a un grupo reducido de instituciones, d) que ya existe una segunda etapa exitosa que se gesta y se desarrolla lentamente hasta 1990 que combina la colaboración formal e informal en las áreas de recursos humanos y en proyectos de investigación, e) los objetivos regionales de impulsar el sector de Ciencias de la Vida, pueden compaginar agendas conjuntas mucho más precisas y claras en la medida que los actores en ambos lados de la frontera cuenten con planes de largo plazo para su evolución, ya que como región se cuenta con las bases en infraestructura, capacidad técnica y potencial en recursos humanos.

En conclusión, la colaboración exitosa en el sector biotecnológico de la región de Baja California y San Diego debe ser más agresiva, en cuya agenda de trabajo por parte de las instituciones gubernamentales se refleje la expansión de redes de conocimiento transfronterizas que aterricen en el desarrollo de proyectos específicos.

III. DIFERENCIAS EN LA FORMACIÓN DE BIOCLUSTERS Y BIOREGIONES: LECCIONES

En este apartado se resumen dos casos de éxito de regiones en las que se ha desarrollado el sector de la biotecnología en Estados Unidos como país desarrollado y por otra parte las políticas inducidas en el nacimiento de clusters en la costa este de China como país emergente. Como se podrá apreciar en cada uno de los ejemplos, no existe un camino único, las sendas dependientes son muy diferentes y el desarrollo es multifactorial, siendo algunos de los elementos de desarrollo, diferenciados. Mientras que en algunas regiones lo más importante es el impulso institucional a través de políticas, en otras regiones son las dinámicas de aglomeración geográfica.

3.1 Diferencias entre el clúster de biotecnología de Boston y el clúster de la Bahía de San Francisco

Los autores Jason Owen-Smith y Walter Powell (2006) analizan la evolución de redes de cooperación entre los principales actores para el impulso de la biotecnología en Boston y San Francisco (SF). Los actores regionales más importantes son: Universidades, Centros Públicos de Investigación, laboratorios gubernamentales, empresas de capital de riesgo (VC), las grandes corporaciones farmacéuticas (CF) y por último, las pequeñas compañías dedicadas a la biotecnología (cdb). El periodo de análisis es de 1988 a 1999. La Red de SF es la más grande de las dos regiones ya que contaba con 159 organizaciones (82 empresas de biotecnología, 12 Centros Públicos de investigación entre los que destacan la Universidad de Stanford y las Universidades de California en Berkeley y San Francisco, un laboratorio de

gobierno y 64 empresas de capital de riesgo) con 243 vinculaciones contractuales; mientras que en Boston la Red comprende 113 organizaciones (57 compañías de biotecnología, 19 Centros Públicos de Investigación entre los que destacan el MIT, Harvard y el Hospital General de Massachusetts, así como 37 empresas de capital de riesgo) con 201 vinculaciones contractuales (Jason Owen-Smith y Walter Powell, 2006).

De forma relevante, los autores señalan que la unidad básica de un red es la pareja o bivalencia de dos organizaciones. Es decir, un par de organizaciones conectadas para realizar Investigación y Desarrollo (I+D) formal, buscar fuentes de financiamiento, realizar licenciamiento o alianzas para la comercialización. Así, se pueden presentar por ejemplo, parejas de dos compañías de biotecnología, o de una compañía y una universidad o de una compañía de biotecnología y una compañía de capital de riesgo. Los autores encuentran que mientras que en Boston la bivalencia más importante en 1988 era entre empresas dedicadas a la biotecnología y organismos públicos de investigación. En el área de la bahía de San Francisco, las parejas o relaciones más importantes era entre compañías dedicadas a la biotecnología y compañías de capital de riesgo y en segundo lugar eran las vinculaciones entre por lo menos dos compañías de biotecnología. En ambas regiones, las compañías de biotecnología se apoyaban en organizaciones diferentes a las mismas empresas, las relaciones en Boston estaban ancladas en las Organizaciones Públicas de Investigación, mientras que en San Francisco las relaciones estaban dominadas por firmas de capital de riesgo (Jason Owen-Smith y Walter Powell, 2006).

Lo anterior tiene importantes implicaciones en la senda dependiente (path dependence) de cada región. Así por ejemplo, las dos universidades más importantes de Boston participaban de forma distinta: los investigadores de MIT son más activos en la creación de patentes, mientras que los miembros de Harvard participaban más en consejos directivos de empresas. En Boston, algunas de las nuevas empresas eran formadas por integrantes de las Organizaciones Públicas de Investigación, mientras que en San Francisco, las nuevas empresas eran formadas por personas de otras empresas de biotecnología (spin-off) y de compañías de capital de riesgo (Jason Owen-Smith y Walter Powell, 2006).

A pesar de que ambas regiones son exitosas en biotecnología, y tratan de ser emuladas alrededor del mundo, los autores demuestran que sus trayectorias son muy diferentes. Si bien en Boston, se presentan las estructuras de colaboración y los arreglos a través de contratos formales, en San Francisco se presenta más colaboración informal y vínculos no contractuales, lo que permite esquemas de colaboración abierta y estructuras expansivas. Las compañías de Boston dependen más de recursos externos para la generación de conocimiento y los esfuerzos exploratorios para descubrimientos. Las compañías de biotecnología de San Francisco son más autosuficientes en la generación de conocimiento y más persistentes en sus esfuerzos para el desarrollo de propiedad intelectual propia (in-house). El fuerte vínculo con compañías de capital de riesgo ocasiona una fuerte presión para pasar de la investigación científica básica a la aplicación clínica (Jason Owen-Smith y Walter Powell, 2006).

Por último, es importante destacar que a pesar de que son regiones exitosas en el sector de la biotecnología, las diferencias deben tomarse en cuenta por los hacedores de políticas que pretenden emular modelos para el desarrollo. Si no se toma en consideración estas diferencias y variaciones en los arreglos institucionales para el desarrollo de nuevos medicamentos, se pueden sacar inferencias erróneas.

3.2 Inducción de Clusters a través de políticas públicas

Actualmente, existe en China, una cantidad de clusters de biotecnología en formación con el potencial de ser importantes a nivel global. A pesar de que muchos de ellos son de formación reciente, existe un patrón de desarrollo centrado entre Pekín, Shanghai y la región de Shenzen/Guandong. Los autores Prevezer y Tang (2006) examinan el rol que juegan las políticas públicas en el impulso a la emergencia de clusters de biotecnología, en un contexto en el que China es una economía en transición, que se mueve de la planificación a una economía, con mayor orientación de mercado.

La biotecnología fue escogida como sector industrial clave en el Plan para la Investigación y Desarrollo de Alta Tecnología en 1986. La industria de la biotecnología había recibido desde entonces y hasta el año 2000 casi una cuarta parte de los recursos destinados al impulso de sectores estratégicos. Prevezer y Tang (2006) consideran que el Programa es responsable de generar 455 patentes, 10,278 artículos científicos y 273 proyectos de biotecnología, entrenamiento de más de 3,000 estudiantes de posgrado y el apoyo en la creación de 30 empresas de biotecnología (Prevezer y Tang, 2006).

Lo más importante para el impulso de los cluster de biotecnología es que los gobiernos locales formularon políticas similares de apoyo. Una de las más altas prioridades fue la repatriación de científicos chinos que salieron a estudiar a los países desarrollados y estaban trabajando en ellos. Desde la política de “Puertas Abiertas” implementada en 1978, se estima que salieron 700,000 estudiantes a estudiar, de los cuales más del 30 por ciento lo hicieron en áreas relacionadas con la biotecnología y casi un cuarto de ellos ha regresado a trabajar en China (Prevezer y Tang, 2006).

La generación de bienes y servicios biotecnológicos se multiplicó por siete entre 1991 y 2002 y la publicación de artículos científicos relacionados con las aplicaciones de biotecnología en salud, paso de menos de 50 en 1991 a más de 300 en 2002, a la par de Corea del Sur y muy por encima de India y Brasil. Otra de las razones que explica la aceleración de los clusters es el costo del trabajo calificado más bajo en China con respecto a Estados Unidos y Europa. El salario promedio anual en los sectores farmacéutico y de bioingeniería era de aproximadamente \$5,300 dólares en China en comparación con \$95,000 dólares en Estados Unidos en 2003 (casi 18 veces más) y a pesar de que se ha cerrado la brecha salarial, ésta sigue siendo importante en la actualidad (Prevezer y Tang, 2006).

Tabla 1: Empresas por sector de especialización en Beijing, Shanghai y Shenzhen, 2003

Sector	Beijing	Shanghai	Shenzen
Salud/Farmacéutico	44	48	43
Equipo	27	23	8
Agricultura	10	2	10
Químico	2	7	5
Diagnósticos	32	14	30
Servicios	7	11	4
Otros	9	6	10
No contestó	46	49	16
Total	177	160	126

Fuente: Prevezer y Tang, 2006

Los autores describen las características de los cluster dominantes, siendo más importante el de Beijing con 177 compañías de biotecnología, seguido por Shanghai con 160 y Shenzhen con 126. La mayoría de las empresas son pequeñas. La especialización en los tres clusters es dominada por salud, diagnósticos, y equipo, mientras que en otros sectores como el agrícola, químico y de servicios es bajo. No existe diferencia importante entre clusters. En la tabla 1 se presenta la distribución de empresas por sector de especialización.

La conclusión más importante que destacan los autores es la relación simbiótica entre las compañías y los gobiernos locales, en donde los últimos establecen incentivos y las primeras responden a través de un mayor espíritu *entrepreneurial*. La creación de nuevas compañías se aceleró a mediados de los 90s en respuesta a los subsidios e incentivos gubernamentales. Otras empresas fueron creadas por científicos repatriados, la región en donde se presentó este fenómeno fue en Shenzhen principalmente, debido a la influencia de la presencia de la Zona Económica Especial, lo que permitió una menor burocracia local y mecanismos de mercado más flexibles. Shenzhen se ve como la región para la comercialización de la investigación originada en Beijing, Shanghai u otras partes del mundo. Así, las políticas gubernamentales han intentado, con cierto grado de éxito, compensar por la falta de apoyo del sector bancario y la débil influencia de las compañías de capital de riesgo y capital extranjero (Prevezer y Tang, 2006).

IV. METODOLOGÍA

Para tener una primera aproximación de las capacidades de biotecnología en Baja California, se aplicará la metodología “Estrategias de Investigación e Innovación para la Especialización Inteligente” denominada RIS3 y aplicada por la Comisión Europea. La racionalidad de la especialización inteligente es concentrar los recursos de conocimiento para la especialización económica. Para ello se requieren dos cosas: aprender las lecciones del pasado e impulsar medidas para que el conocimiento *entrepreneurial* trabaje. Esto permitirá poner en marcha el cambio regional aprovechando sus activos locales.

En resumen, de acuerdo a los autores de la metodología de la Comisión Europea (2012) el concepto de Especialización Inteligente es “inteligente” por dos razones principales:

- En primer lugar, vincula la investigación y la innovación con el desarrollo económico en formas novedosas como es el proceso de descubrimiento *entrepreneurial* y el establecimiento de prioridades por los hacedores de políticas en cooperación con los actores locales.
- En segundo lugar, este proceso se lleva a cabo tomando en cuenta el contexto y las tendencias mundiales, forzando a las regiones a ser ambiciosas pero realistas sobre lo que se puede lograr al vincular las capacidades y los activos locales con las cadenas de valor y de conocimiento externas.

La Metodología RIS 3 contempla un proceso de seis pasos que pueden implementarse en forma secuencial, pero que también se pueden traslapar para hacer ajustes durante el proceso, estos seis pasos son (European Commission, 2012):

1. Análisis del contexto regional y potencial para la innovación,
2. Establecimiento de una estructura de gobernanza inclusiva,

3. Generación de una visión global sobre el futuro de la región,
4. Selección de un limitado número de prioridades para el desarrollo regional,
5. Establecimiento de la mezcla de políticas *ad hoc*,
6. Integración de mecanismos de monitoreo y evaluación.

Con la descripción de estos pasos, se puede tener un panorama del sector en Baja California y analizar el potencial de crecimiento a futuro.

V. HALLAZGOS

5.1 Análisis del contexto regional y potencial para la innovación

Existe una importante oportunidad geográfica que ha sido desaprovechada. El estado de Baja California es vecino de California, el estado más importante en términos de tamaño de mercado en la Unión Americana. Tres de los cuatro clústers más importantes de bio tecnología en Estados Unidos, se encuentran en California. Estos se ubican en las ciudades de San Diego, San Francisco y Los Ángeles, estando el otro, en Boston Massachusetts. Es por ello que California tiene más puestos de trabajo que cualquier otro estado. De acuerdo con Ernst & Young (2011), California ha desarrollado alrededor del 60 por ciento de los fármacos biológicos en el mercado mundial. En la tabla 2 se puede ver la importancia del peso relativo de California con respecto a Estados Unidos.

De los indicadores presentados en la Tabla 2, el de ingresos por venta de productos de biotecnología representa una concentración de más del 50 por ciento, el gasto en investigación y desarrollo que se ejerce en California es el 47 por ciento del gasto total en el sector y el número de empleos alcanza el 43 por ciento del empleo nacional en biotecnología. Por lo que las economías de aglomeración y la especialización sectorial es de las más fuertes del mundo. Un fenómeno que se ha presentado es la competencia de otras regiones en las áreas de biotecnología en países de Europa y Japón; pero de forma muy importante en China y la India como economías emergentes. De ahí la necesidad de acelerar los procesos de innovación y reducir los costos, por lo que se puede dar una relación complementaria entre los clusters de California, principalmente el de San Diego, y las incipientes instituciones y empresas de biotecnología en Baja California.

Tabla 2. Indicadores de Biotecnología en California y Estados Unidos, 2010
(\$\$\$) Trillones de dólares, (\$\$) Billones de dólares

Indicador	Estados Unidos	California	%
PIB (\$\$\$)	10.17	1.36	13.4
Ingresos Biotecnología (\$\$)	25.3	13.5	53
Gasto I+D (\$\$)	11.5	5.4	47
Número de Compañías	1,457	410	28
Compañías biotecnológicas públicas	342	129	38
Número de Empleados	141,000	60,000	43

Fuente: Ernst & Young, 2011

Entre los principales actores bajacalifornianos podemos mencionar los siguientes:

- a) CICESE. Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, que tiene como líneas de investigación: Acuicultura, biología de la conservación, biotecnología marina, ecología marina, microbiología y oceanografía biológica, biología experimental y aplicada. Esta ubicado en Ensenada.
- b) Centro de Nanociencia y Nanotecnología de la UNAM. Tiene un departamento de Bionanotecnología y actualmente alberga a la Red Temática de Bionanotecnología. Esta ubicado en Ensenada.
- c) Universidad Autónoma de Baja California. Cuenta con el Instituto de Investigaciones Oceanológicas y la Facultad de Ciencias Marinas, además de estar formando estudiantes en las áreas de biotecnología y bioingeniería.
- d) Centro de Investigación en Medicina Regenerativa. Este es un centro privado ubicado en Tijuana para la investigación en la aplicación de células madre en diferentes enfermedades. Este organismo trabaja a través de una alianza estratégica con una compañía de San Diego: Stemedica que cuenta con más de 30 años de investigación en Células Madre.
- e) Scantibodies. Compañía ubicada en Tecate, cuenta con el mayor bioterio de México, con más de 250,000 especímenes. Se dedica a la producción de anticuerpos monoclonales y policlonales. Comenzó haciendo kits de diagnóstico de embarazo y actualmente ofrece terapias sofisticadas para el tratamiento de cáncer.
- f) Bionag. Pequeña empresa de biotecnología ubicada en Tijuana, dedicada al tratamiento de enfermedades a través de la aplicación de nanopartículas de plata.
- g) Hospital Ángeles. Ubicado en Tijuana, realiza terapias con células madre en pacientes con enfermedades graves.
- h) Sukarne. Empresa ubicada en Mexicali que se dedica a la industria cárnica en México y que se ha caracterizado por desarrollar ventajas competitivas a través de la innovación y actividades de investigación y desarrollo.
- i) ISOSI. Pequeña empresa dedicada a la comercialización de biofertilizantes y regeneradores de tierra, que realiza nuevas aplicaciones en distintos productos agrícolas.
- j) Algas Pacific. Pequeña empresa dedicada a la producción de biofertilizantes a partir de algas marinas y guano. Ubicada en Ensenada.

Existen más empresas que aún no se han documentado como es el establecimiento de un bioterio en Tijuana para realizar pruebas preclínicas como outsourcing de compañías farmacéuticas de San Diego. Además de las anteriores se tiene al cluster del vino con empresas vitivinícolas que conforman la denominada ruta del vino entre Tecate y Ensenada, si bien se dedican a la biotecnología de primera generación como la fermentación, tienen el

potencial para realizar procesos biotecnológicos más sofisticados, siempre y cuando colaboren con las instituciones de educación superior y los centros de investigación de la región.

Existe además, por lo menos una veintena de empresas de acuicultura, entre las que destacan aquellas dedicadas a la engorda de atún para exportar a Japón principalmente.

5.2 Establecimiento de una estructura de gobernanza inclusiva

Como se puede apreciar del paso anterior, la masa crítica es incipiente y por ello es importante evitar la fragmentación y duplicidad de funciones. Existen dos entidades conformadas y encargadas de impulsar las actividades de biotecnología en la región.

- a) **Clúster de Bioeconomía.** Asociación Civil constituida formalmente en 2014 tiene como antecedente el cluster de biotecnología de Ensenada conformado desde 2003 y que evolucionó al Consejo de Ciencia e Innovación Tecnológica de Baja California AC. En 2012 integrantes del Consejo recibieron recursos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para mapear capacidades y conformar un cluster de biotecnología de manera formal. El Cluster logró 27 cartas de intención de colaboración de empresas de Tijuana, Tecate, Mexicali y Ensenada, así como de investigadores de las áreas de biotecnología de CICESE, UNAM Y UABC.
- b) **Red Internacional de Bionanotecnología.** En 2014 un grupo de investigadores del Centro de Nanociencia y Nanotecnología de la UNAM, recibe apoyo de la convocatoria de Redes Temáticas de CONACYT, para conformar la Red Internacional de Bionanotecnología. La Red está compuesta de 23 investigadores principales de diferentes universidades e instituciones de Baja California principalmente, pero también de otras entidades como Baja California Sur, Veracruz, Distrito Federal, Jalisco y de otros países como Rusia, España y Cuba. La Red tiene un alcance de hasta 300 integrantes cuando se incluyen investigadores secundarios y estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado. El objetivo de la Red es trabajar en investigación científica y aplicada para resolver problemas de salud, alimentación y bioseguridad.

En 2013 y 2014 se lleva a cabo el trabajo para la conformación de las agendas de innovación y gracias a las gestiones de integrantes de ambos organismos se logra posicionar a la biotecnología como uno de los sectores estratégicos del Estado de Baja California. Actualmente se trabaja a nivel de ambos organismos para colaborar y evitar duplicidad de funciones a partir de la cooperación. Así, mientras que la Red se especializará en las actividades de gestión para el financiamiento de la investigación científica y aplicada, así como desarrollo tecnológico. El Clúster de Bioeconomía se enfocará en las actividades de transferencia tecnológica, vinculación entre empresas e instituciones, asesoría para la creación de *Start-ups* de base tecnológica y la innovación de productos, servicios y procesos.

5.3 Generación de una visión global sobre el futuro de la región

El clúster de Bioeconomía de Baja California en su Plan estratégico elaborado en 2013 establece lo siguiente (Plascencia, 2013):

VISIÓN

Convertir al Clúster de Bioeconomía de Baja California en el primer clúster de Biotecnología de clase mundial en México.

MISIÓN

Ayudar en 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.

Objetivos Estratégicos

Los objetivos estratégicos que el clúster de Bioeconomía establece a través de este Plan son los siguientes:

- 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

ETAPA I (ANTERIOR A 2010):

Existían esfuerzos tanto de las áreas de investigación como de la iniciativa privada para impulsar las actividades biotecnológicas en Baja California. La principal actividad de promoción se realizaba en la ciudad de Ensenada, Baja California en donde se concentra un importante grupo de científicos.

ETAPA II (2010-2015):

Es la etapa en la que nos encontramos. Se unen grupos de interesados de las ciudades de Tijuana y Ensenada para impulsar las actividades del clúster de biotecnología, CONACYT apoya la iniciativa y se convierte en el clúster de bioeconomía de Baja California, se reconoce como un clúster emergente con alto potencial de crecimiento.

ETAPA III (2015-2020):

Durante esta etapa el clúster deja de ser emergente y pasa a un clúster en desarrollo, se logran crear y atraer un mayor número de empresas de biotecnología a la región. Se acumula

experiencia y aprendizaje en el desarrollo de proyectos y la articulación del ecosistema binacional.

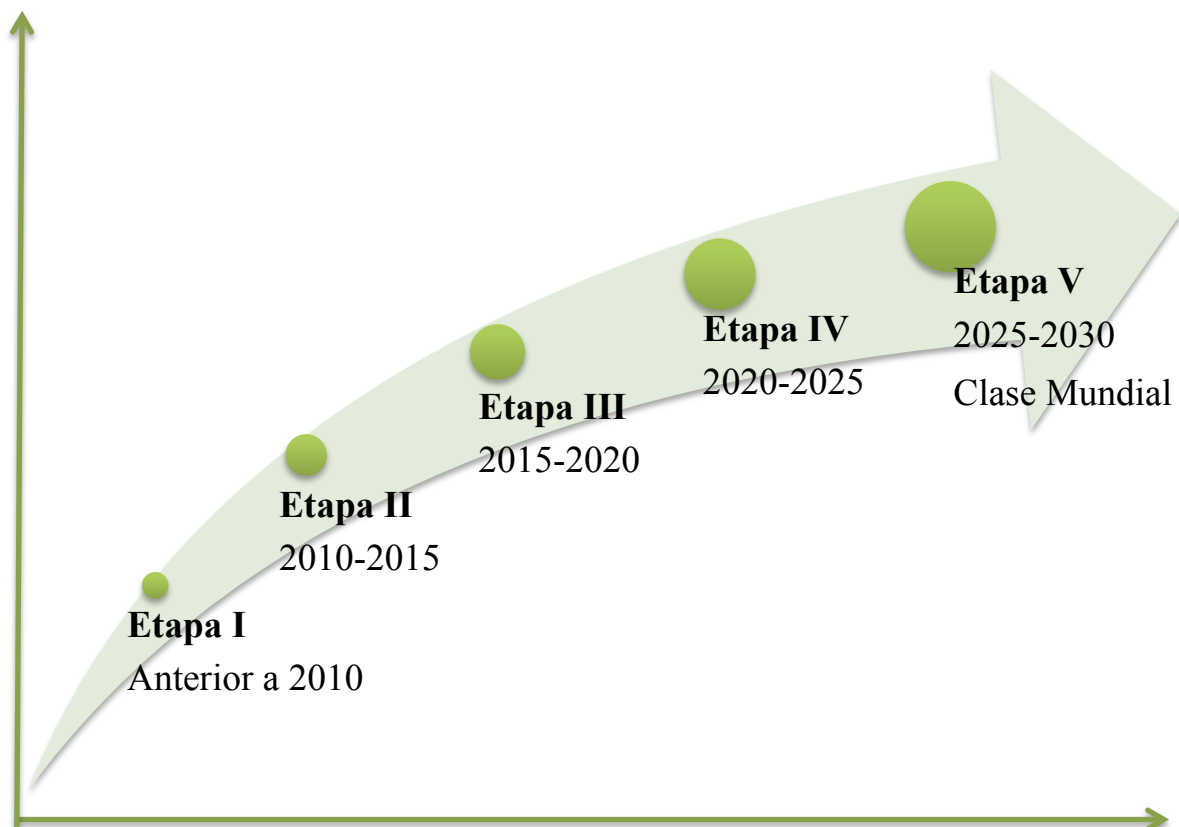
ETAPA IV (2020-2025):

Durante este periodo el clúster pasa de una etapa de desarrollo a una etapa de madurez, se consolidan las vocaciones, principalmente en biología molecular, farmacéutica y acuicultura. Baja California es reconocido como la región con mayor capacidad biotecnológica de México.

ETAPA V (2025-2030):

El clúster es reconocido como un clúster de clase mundial al integrarse en la cadena global de valor del clúster de San Diego y constituirse como parte importante del clúster binacional de San Diego y Baja California que se convierten en Mega clúster. Existe una presencia de inversionistas a través de capital ángel y semilla y de riesgo para impulsar proyectos biotecnológicos.

FIGURA 1: EVOLUCIÓN DEL CLÚSTER DE BIOECONOMÍA DE BC



Fuente: Elaboración propia.

5.4 Selección de un limitado número de prioridades para el desarrollo regional

La estrategia es posicionar a Baja California como la entidad líder de biotecnología en México y se enfoca en tres principales áreas de aplicación de la biotecnología:

- Biotecnología Roja:** Aplicaciones médicas y tratamiento de enfermedades.
- Biotecnología Azul:** Desarrollo de la acuicultura para la exportación.
- Biotecnología Verde:** Desarrollo y producción de biofertilizantes y productos para la biorremediación aplicados a la agricultura orgánica y sustentable.

Los proyectos a impulsar para cada una de las áreas prioritarias que se han identificado como relevantes para la región son las siguientes¹:

- **Biotecnología Roja**
 - Desarrollo de Bioterio(s) para probar nuevos fármacos
 - Tratamientos para enfermedades infecciosas como la tuberculosis
 - Cáncer
 - Enfermedades cardiovasculares
 - Diabetes y sus complicaciones
- **Biotecnología Azul**
 - Desarrollo de aplicaciones y tecnologías para el impulso de la acuicultura
 - Desarrollo de insumos para el sector de acuicultura
 - Desarrollo y producción de alimento para especies marinas producidas a través de la acuicultura
- **Biotecnología Verde**
 - Micropropagación
 - Fermentación y Biorreactores
 - Desarrollo y producción de Biofertilizantes
 - Desarrollo y producción de Bioestimulantes
 - Biorremediación
- **Biotecnología Blanca**
 - Desarrollo de aplicaciones biotecnológicas industriales
 - Producción de bioquímicos
 - Producción de bio farmacéuticos

5.5 Establecimiento de la mezcla de políticas ad hoc

Del trabajo de campo en los municipios de Baja California en Instituciones de Educación Superior y empresas, así como de la colaboración con los diferentes actores como el Gobierno del Estado a través de la Secretaría de Desarrollo Económico, se llegó a la conclusión de que el Clúster de Bioeconomía implementará los siguientes programas:

¹ Esta información salió del trabajo de campo que se realizó para el cluster a partir de entrevistas con actores locales.

1. Integración al Ecosistema de Innovación de Baja California
2. Desarrollo de capacidades de aplicación tecnológica
3. Transferencia tecnológica
4. Desarrollo de recursos humanos en las áreas de biotecnología y ciencias de la vida.
5. Asesoría para el desarrollo de nuevos negocios de base tecnológica a *entrepreneurs* de la región.
6. Procuración de recursos financieros públicos y privados para el desarrollo de proyectos de innovación en biotecnología.

5.6 Integración de mecanismos de monitoreo y evaluación

Para la integración de los mecanismos de monitoreo se utilizan los indicadores desarrollados por la Comisión Europea a través del Marco 7 de cooperación (pwc, 2011). Los indicadores de desempeño que se empezarán a generar serán aquellos que permiten medir la evolución y el desempeño del clúster y que además puedan ser comparables con otros clústeres a nivel internacional. El análisis de los datos permitirá ir haciendo ajustes en los factores críticos reasignando recursos humanos y financieros a partir de la evaluación. Los indicadores para medir el desempeño económico del clúster están categorizados bajo tres dimensiones: dinámica del clúster, facilitadores y resultados.

- **Dinámicas del clúster**
 - Empleos creados
 - Compañías creadas
 - Compañías acumuladas
 - Tasas de supervivencia de los últimos 3 años
- **Habilitadores del clúster**
 - Monto de fondos públicos accedidos
 - Monto de fondos privados accedidos
 - Condiciones normativas
 - Organización del clúster (gestión/facilitadores)
- **Resultados del clúster**
 - Ingresos de las ventas de tecnologías, productos y servicios biotecnológicos
 - Ingresos de las actividades de licenciamiento
 - Nuevos productos, servicios y tecnologías

Con los indicadores propuestos se empezará a monitorear la evolución del cluster de Bioeconomía de Baja California, entendiendo que lo que no se puede medir, no se puede mejorar.

VI. CONCLUSIONES

Para llevar a cabo la especialización inteligente en biotecnología a través de los pasos descritos en el apartado anterior, se requiere un proceso que contemple los siguientes elementos (Foray, Dominique *et al* 2012):

- **Toma de decisiones y masa crítica:** Establecer un número limitado de prioridades con base en las fortalezas internas y la especialización internacional. Evitar la duplicidad y fragmentación, para concentrar los recursos y el financiamiento de una manera más efectiva.
- **Ventaja competitiva:** Movilizar el talento para empatar las capacidades de Investigación y Desarrollo y la Innovación con las necesidades de negocio a través de un proceso de descubrimiento *entrepreneurial*.
- **Conectividad y clústers:** Desarrollo de clústers de clase mundial buscando sectores relacionados que permitan tanto la especialización sectorial como la diversificación tecnológica.
- **Liderazgo colaborativo:** Desarrollo de ecosistemas de innovación eficientes en donde se establezca un esfuerzo colectivo basado en participaciones público-privadas (cuádruple hélice) como plataforma de experimentación.

Con esta metodología se realiza una primera aproximación sobre las capacidades y los activos de Baja California para el impulso de la Biotecnología como sector para la especialización inteligente. El gran reto para pasar de una etapa incipiente a un cluster en formación es el compromiso de los stakeholder para impulsar la región, acompañados por políticas de incentivos a través del financiamiento de proyectos y el desarrollo de branding regional para el posicionamiento de Baja California en la cadena global de valor.

El Programa de Ciencia y Tecnología del gobierno Federal, y el Programa de Ciencia e Innovación Tecnológica de Baja California, 2009-2013, señalan que la biotecnología es un sector prioritario para que México en general y Baja California en particular se mueva hacia una economía basada en el conocimiento. Si bien el gobierno federal ha asignado recursos a través de programas especiales en el marco del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), esto no ha sido así en el gobierno estatal. Como se vio en los casos de éxito analizados, las políticas y el financiamiento público son indispensables para el impulso de la biotecnología.

Actualmente la RED de Bionanotecnología y el Cluster de Bioeconomía están fortaleciendo las actividades de ciencia, tecnología e innovación. En actividades científicas se trabaja en la publicación de más de 20 artículos en la aplicación de nanotecnología a problemas de salud y alimentación. Al momento se tienen resultados prometedores en el tratamiento de moquillo en perros, mastitis en vacas lecheras. Además se están realizando tratamientos en pacientes con úlceras de pie diabético. Se puede decir, que además del impulso de proyectos específicos se ha logrado posicionar y reconocer al sector de biotecnología como uno de los más importantes, no sólo por la actividad económica que representa actualmente, en términos de empleo y valor agregado (que sigue siendo muy poco), sino por el potencial futuro que tiene para Baja California. Así, se cumple con el primer requisito de toma de decisiones, por lo menos en el discurso oficial.

La ventaja competitiva más importante es la creación de talento humano en biotecnología y áreas afines, en donde el reto es la creación de nuevas empresas de base tecnológica, en esto el cluster de bioeconomía esta incubando dos empresas y asesorando a dos más para su crecimiento, teniendo en consideración por un lado la especialización sectorial y por el otro, la diversificación tecnológica. Por último, la creación de nuevos liderazgos será fundamental para dar el siguiente paso de consolidación regional.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Braunerhjelm, Pontus and Feldman Maryann (2006) *Cluster Genesis. Technology-Based industrial Development*. Oxford University Press, New York.

COCYT (2009) *Programa de Ciencia e Innovación Tecnológica de Baja California, 2009-2013*. Secretaría de Desarrollo Económico de Baja California. Tijuana, BC.

CONACYT (2015) *Agendas Estatales y Regionales de Innovación: Baja California. Biotecnología*. Fumec, CambioTec, Idom, Indra.

European Commission (2012) *Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisation (RIS3)*. Publications Office of the European Union, Luxemburg.

Foray, Dominique *et al* (2012), *Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisations (RIS 3)*. European Commission.

Owen-Smith, Jason & Walter W. Powell (2006) "Accounting for Emergence and Novelty in Boston and Bay Area Biotechnology". In Braunerhjelm, Pontus and Feldman Maryann (2006) *Cluster Genesis. Technology-Based industrial Development*. Oxford University Press, New York.

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

OECD (2009) *The Bioeconomy to 2030. Designing a Policy Agenda*. Organisation for Economic Co-operation and Development.

Plascencia, Ismael (2013) *Cluster de Bioeconomía de Baja California. Plan de Desarrollo*. MDCl, Tijuana, BC México.

Prevezer, Martha & Han Tang (2006) "Policy-Induced Clusters: The Genesis of Biotechnology Clustering on the East Coast of China". In Braunerhjelm, Pontus and Feldman Maryann (2006) *Cluster Genesis. Technology-Based industrial Development*. Oxford University Press, New York.

PwC (2011) *Regional Biotechnology. Establishing a methodology and performance indicators for assessing bioclusters an bioregions relevant to the Knowledge-based Bio-economy in Europe*. European Commission Research & Innovation. Brussels, Belgium.