



Universidad de
SanAndrés

Universidad de San Andrés
Departamento de Economía
Licenciatura en Economía

La industria de biotecnología: desafíos para su desarrollo en Argentina

Alumno: Joaquín Cami
Legajo: 29306
Director de tesis: Rodolfo Stucchi
Buenos Aires, 2021

La industria de biotecnología: desafíos para su desarrollo en Argentina

Trabajo de Graduación

Alumno: Joaquín Cami

Legajo: 29306

Director de tesis: Rodolfo Stucchi

Buenos Aires, 2021

Resumen

Esta tesis tiene el objetivo de identificar los factores que limitan el desarrollo de la industria de biotecnología en Argentina. Este análisis es importante porque se trata de una industria estratégica para el desarrollo sustentable. Para identificar estos factores el análisis se enfoca en la comparación de la evolución de la industria en países en los que la industria ha conseguido mayor desarrollo. Del análisis surge que el desarrollo de la industria requerirá fuerte inversión en investigación y desarrollo, mayor complementariedad entre centros académicos y el sector productivo, y desarrollo del mercado de capitales. A corto plazo también es necesario la mejora en las condiciones macroeconómicas y el clima de negocio. Entre las oportunidades de desarrollo de la industria en Argentina se destaca la presencia del sector agropecuario como industria relacionada que potencialmente puede tener el rol que tuvo el sector de la salud en otros países.

1. Introducción

La biotecnología es una de las ciencias que más ha impactado en distintos ámbitos de nuestro planeta. Hoy en día es un campo que atraviesa múltiples áreas y continúa evolucionando gracias a su intersección con diversas disciplinas. Su relevancia radica en las amplias posibilidades de aplicación que ofrece para solucionar problemas en las distintas áreas siendo las principales salud, alimentación y medioambiente.

La biotecnología es una industria en auge cuyo crecimiento en los últimos años ha sido muy superior al de la economía global. Se espera, además, que en los próximos años su crecimiento sea aún mayor. En 2016 el mercado biotecnológico fue valorado en USD 369,6 mil millones y se espera que tenga un fuerte crecimiento en los próximos años con una valuación prevista de USD 727,1 mil millones para el 2025 (Grand View Research, 2017).

Actualmente, Norteamérica y Europa son las regiones con mayor desarrollo de la industria, con Estados Unidos y Alemania como líderes. La industria se desarrolló de forma heterogénea en los distintos países. En Estados Unidos, donde se favoreció del desarrollo previo de otras industrias de alta tecnología y los recursos existentes, surgió de manera más espontánea que en Alemania donde el gobierno tuvo un rol más intervencionista con medidas que fueron más directas respecto de la creación de la base científica y el fortalecimiento de la industria mediante políticas de clústers (Giesecke, 2000).

A pesar del desarrollo heterogéneo, hay factores comunes. Esta industria requiere de un alto grado de innovación, generalmente se desarrolla en clústers, y va asociada al crecimiento de otras industrias relacionadas que toman particular protagonismo como la farmacéutica o el sector alimenticio. Estas características también las observamos en el desarrollo de la industria biotecnológica en Argentina, donde está principalmente asociada al sector agropecuario.

El objetivo de esta tesis es identificar los factores que limitan el desarrollo de la industria de biotecnología en Argentina. Para eso, en primer lugar, se estudió el desarrollo de la biotecnología en Alemania y Estados Unidos, los dos países líderes en el mundo. Seguido por un análisis más profundo de los factores identificados mediante una revisión de la literatura. Finalmente, se realizó un análisis comparativo en el que se identificó qué factores están menos desarrollados en Argentina y por ende representan un mayor desafío para la industria local.

En Argentina los factores que afectan negativamente al desarrollo de la industria son la falta de financiamiento, tanto privada como pública, el bajo nivel de inversión en investigación y desarrollo, y un ambiente de negocios poco propicio para la inversión. Además de estos factores estructurales, en el corto plazo, la coyuntura macroeconómica tampoco favorece a la inversión. Un factor positivo para el desarrollo de la industria es la presencia de un amplio sector agropecuario que puede beneficiarse de los avances de la biotecnología y, por lo tanto, crear los incentivos para el crecimiento del sector. Los resultados presentados en este trabajo contribuyen presentando los principales desafíos que enfrenta esta industria, y por lo tanto, contribuye a sentar las bases para el desarrollo de políticas públicas que podrían impulsar el sector biotecnológico en Argentina.

El resto de la tesis está organizada como sigue. La sección 2 presenta el desarrollo de la industria a nivel internacional, poniendo énfasis en los líderes mundiales, Estados Unidos y Alemania. La sección 3 discute los factores claves para el desarrollo de la industria y las fallas de mercado que los afectan. La sección 4 describe el desarrollo de la industria en Argentina y realiza un análisis comparativo del estado de los factores que favorecen el desarrollo de la industria. Finalmente, la sección 5 concluye.

2. Desarrollo de la industria a nivel internacional

La Biotecnología, ¿qué es?

Hablar de biotecnología es hablar de la evolución de la especie humana como tal, ya que es algo que siempre existió, desde que la sociedad comenzó a manipular los recursos de la naturaleza a su disposición para poder crear productos y satisfacer desde sus necesidades más básicas hasta sus deseos más mundanos. Desde hace miles de años que hacemos de la transformación de la naturaleza una tecnología, algunos de los primeros usos de la biología fueron la fermentación de bebidas, la fabricación de quesos y la panificación. Con el correr del tiempo la humanidad fue ampliando el espectro de usos para la biotecnología y fue en el siglo XIX con la aparición de la química que las diversas técnicas y procesos biológicos se “afinaron” (Bisang et al., 2009). Desde entonces, estas tecnologías se perfeccionaron a un ritmo acelerado, y hoy en día la industria de la biotecnología es una de las industrias de mayor crecimiento.

A la biotecnología moderna se la define como “la aplicación científica y tecnológica a organismos vivos, sus partes, productos y modelos destinados a modificar organismos vivos y/o materiales aplicados a la producción de conocimientos, bienes y servicios” (van Beuzekom & Arundel, 2006).

Una característica que destaca a la biotecnología de otras tecnologías basadas en ciencia es su carácter multidisciplinario. A veces, suele relacionarse a la biotecnología con la ingeniería genética destinada a la producción de fármacos, esto sucede porque las primeras empresas importantes de biotecnología eran de la industria farmacéutica, pero en realidad con el correr del tiempo y particularmente a partir de 2003 (cuando se completa el proyecto de secuenciación del genoma humano) las posibilidades fueron creciendo y diversificándose unas de otras. Hoy

en día, la biotecnología es un campo mucho más amplio que en gran medida depende de las contribuciones de muchas áreas como la química, las matemáticas, la informática y la ingeniería, además de otras disciplinas como la filosofía y la economía, y que al ensamblarse con la finalidad de encontrar soluciones a distintos problemas generan como resultado una serie de diversas disciplinas (Thieman & Palladino, 2010).

La importancia de la biotecnología

La biotecnología se está convirtiendo en la piedra angular para el desarrollo sostenible de muchos países. Desde el punto de vista económico, la biotecnología cumple un rol esencial en las economías nacionales e internacionales, ya que potencialmente podría colaborar al crecimiento e innovación en múltiples industrias. Como mencionamos anteriormente sus aplicaciones son muy variadas, van desde la modificación genética de los cultivos para incrementar el rendimiento a la mejora en distintas áreas de la salud, y en distintos procesos industriales. La consecuencia directa de estos avances se traduce en beneficios económicos que permitirán a los países menos desarrollados aumentar el valor agregado de su producción. Esto podría contribuir en países como Argentina en los que las materias primas tienen un componente muy importante en las exportaciones.

La biotecnología también es estratégica desde el punto de vista socioambiental. Como mencionamos anteriormente, la biotecnología tiene un gran potencial para dar solución a varios de los principales desafíos globales como son los problemas demográficos, la creciente demanda de energía y el cambio climático, la disponibilidad de agua, y el elevado costo de la salud. En cuanto a los problemas demográficos, el desarrollo de nuevos cultivos está dando respuesta a la creciente demanda de alimentos. Por otro lado, la biotecnología industrial ayuda en la reducción del consumo de agua de algunos procesos industriales y en la purificación de aguas contaminadas. Respecto del uso de energía fósil, los biocombustibles y los procesos de

biotecnología industrial también ayudan a reducir su consumo. Y en el ámbito de la salud, con la biotecnología, es posible reducir los gastos en atención médica y resolver grandes desafíos mediante el desarrollo de nuevos fármacos.

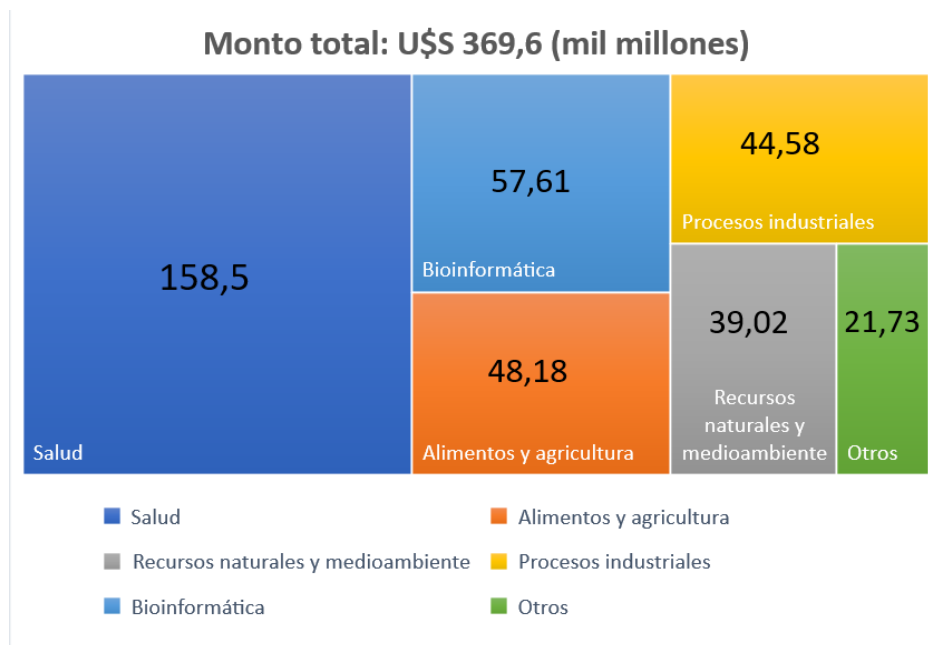
El desarrollo de la industria

En 2016 el mercado mundial de biotecnología se valoró en USD 369,6 mil millones y se espera que en 2025 alcance USD 727,1 mil millones; un crecimiento de 7,4% anual, muy por encima del 3% del crecimiento de la economía global (Grand View Research, 2017). Dada esta diferencia en las tasas de crecimiento, mientras que la economía global se duplicaría en 23,3 años aproximadamente, la industria de la biotecnología lo hará en sólo 10 años.

De acuerdo al informe realizado por Grand View Research (2017), entre los motivos que explican el mayor crecimiento de esta industria se destacan los avances tecnológicos relacionados a la inteligencia artificial, que facilitarán intersecciones entre diversas disciplinas, y el liderazgo de las aplicaciones en el ámbito de la salud.

Comprender qué sectores dentro de la biotecnología son más relevantes, puede ser útil para entender por qué algunos países lideran en este campo o incluso para saber en qué aplicaciones o servicios debería especializarse un país si quisiera desarrollar su industria biotecnológica de manera competitiva. La Figura 1 muestra cómo se distribuye el mercado de la biotecnología por sectores.

Figura 1. Mercado mundial de biotecnología, 2016. (Miles de millones de USD)



Fuente: Elaboración propia en base a Grand View Research (2017)

La dominancia de las aplicaciones en el sector de salud se da en todos los países que lideran la biotecnología en las distintas regiones del planeta. En América del Norte, con un mercado valuado en 2016 en 163,6 millones de dólares (ver Tabla 1), la salud representó el 44,1% del valor de mercado. En 2015 se contabilizaron unas 11.367 empresas biotecnológicas en Estados Unidos, el 42% eran del sector de la salud (Bisang et al., 2016).

En Europa, la segunda región más importante luego de América del Norte, Alemania domina la industria biotecnológica. En 2015 se contabilizaron unas 700 empresas biotecnológicas, aproximadamente. Para el año 2016 el mercado de la biotecnología alemana alcanzó una valuación de 22,4 mil millones de dólares, la salud representó el 50%.

Por último, en América Latina, Brasil es el país con mayor industria de biotecnología. Según datos de OCDE, en 2015 contaba con una base empresarial de 151 empresas que alcanzaron a generar un valor de USD 2,85 mil millones en 2016, donde el sector de la salud tuvo una

participación del 44%, aproximadamente. Como veremos más adelante, Argentina no estuvo muy lejos de Brasil en términos de ventas y, para la misma fecha, contaba con más empresas.

Tabla 1. Mercado global por regiones, (Miles de millones de USD)

Región	Ingreso 2016	Ingreso 2025	CAGR	Mercados relevantes
Norteamérica	163,17	321,56	7,5%	Estados Unidos, Canadá
Europa	113,68	205,32	6,5%	Alemania, Reino Unido
América Latina	8,84	15,6	6,2%	Brasil
Asia de Pacífico	80,18	178,65	8,8%	Japón, China
Medio Oriente y África	3,74	6,0	5,2%	Sudáfrica

Fuente: Elaboración propia en base a Grand View Research (2017)

El desarrollo de la industria en Estados Unidos y Alemania

Si estudiamos el desarrollo de la industria biotecnológica de Estados Unidos y Alemania, encontraremos que Alemania apoyó desde una etapa muy temprana a la biotecnología, el apoyo gubernamental para el desarrollo de la industria alemana comenzó a finales de la década de 1960, cuando un informe de la OCDE identificó esta tecnología como una que se esperaba que juegue un papel clave en el desarrollo económico futuro (Giesecke, 2000; OCDE, 1966). De esta forma, en 1974 se publicó el primer informe entusiasta de la organización alemana de tecnología química “Dechema” para el Ministerio de Educación y Ciencia de Alemania, que a su vez fue el primer enfoque sistemático para la financiación de la investigación de biotecnología y que pasó a ser un ejemplo de interacción entre políticas, industria y ciencia (Buchholz, 2010). Por su parte, Estados Unidos no tardó en presentar interés por la industria

que comenzó a gestarse durante la década de 1970 en California, donde las primeras empresas de biotecnología como Cetus, Genentech, Hybritech, emergieron cerca de los grandes centros de investigación. (Prevezer, 2001, 17-29)

Pero a pesar de que Alemania fue el primer país en apoyar gubernamentalmente la investigación y el desarrollo de la biotecnología, el resultado fue distinto del esperado. Estados Unidos sobrepasó ampliamente a Alemania, que se había propuesto liderar la industria, y también a todos sus competidores en el mercado. Este resultado puede atribuirse a múltiples factores.

En términos de gasto de fondos federales para la investigación y el desarrollo en biotecnología, Estados Unidos destinó muchos más recursos que sus competidores, lo que le permitió generar la base científica necesaria para que se consolidara la industria, de la cual se crearía la base empresarial más grande y con la mayor cantidad de empleados en la biotecnológica a nivel global. Para 1997, el gasto en I+D para la biotecnología en USA era cinco veces superior al de toda Europa y cincuenta veces mayor que el de Alemania, su base empresarial estaba conformada por 1.274 y empleaba a 140.000 personas, comparado a las 173 empresas alemanas y sus 4.000 empleados (Ernst & Young, 1998). Estos son datos importantes porque nos permiten relacionar que a mayor inversión en I+D mayor crecimiento la industria, una en la cual el conocimiento y la información se vuelven los activos más importantes. Podemos ver los efectos de esta relación en el caso alemán. Durante la época de la posguerra, las compañías farmacéuticas alemanas dominaron el mercado global, posición que perdieron en los veinte años posteriores debido a los recortes en I+D, que pasaron del 13% del presupuesto total de I+D asignado a la farmacéutica en 1973 al 7,7% en 1990 (Giesecke, 2000; Sharp & Patel, 1996).

Ahora bien, los recursos públicos destinados a la investigación y el desarrollo no fueron lo único que hizo posible la consolidación de Estados Unidos como líder global en la industria. Parte del financiamiento requerido por las empresas para llevar adelante sus investigaciones y transformarlas en productos o servicios venía de los inversionistas de riesgo (Venture Capitalists), una industria que se desarrolló prematuramente en Estados Unidos. La primera empresa de capital de riesgo privada de EE. UU se creó en 1946 (American Research and Development), mientras que la industria VC en Alemania comenzó a desarrollarse a finales del siglo. Esta diferencia en la madurez de la industria se reflejaba en el total de las inversiones del capital de riesgo. Para 1996 el total de las inversiones en Estados Unidos en biotecnología era de 1,2 mil millones de marco alemanes, mientras que en Alemania no alcanzaba los 180 millones de marcos alemanes (Ernst & Young, 1997, 1998; Handelsblatt, 1998).

Además de aportar el capital privado, los inversionistas de riesgo jugaron un papel fundamental porque ayudaron a generar los vínculos entre científicos y empresarios, aportando la experiencia empresarial y de gestión que requería el crear nuevas empresas y desarrollarlas. En Estados Unidos, entre los 70 y los 90, los mismos ejecutivos e inversionistas que ayudaron a fundar algunas de las primeras empresas de biotecnología como las mencionadas anteriormente (Cetus, Genentech, Hybritech), estuvieron involucrados en la creación de muchas otras. Por ejemplo, el inversionista Brook Byers que fue el presidente de Hybritech, estuvo involucrado en la creación de otras 18 compañías, de las cuales muchas se transformaron en grandes empresas como IDEC, Insite Vision y Progenex (Prevezer, 2000).

No todos los países contaron con un grado tan alto de participación por parte de los inversionistas de riesgo. Como vimos, en Alemania el capital financiado por los inversionistas era mucho menor, pero también lo era la participación de estos actores dentro de las empresas, ya que no tenían la misma experiencia en la creación de compañías de alta tecnología. Esto se

debía a la aversión de los inversores alemanes, que tan solo destinaban el 7% del capital de riesgo a nuevas tecnologías, mientras que la mayor parte se invertía en empresas establecidas (Giesecke, 2000).

Un rol complementario al de los inversionistas de riesgo, fue el de los mercados financieros. La capacidad de realizar ofertas públicas iniciales y abrir la obtención de capital al público en el mercado de valores en general también les dio a los capitalistas de riesgo y a los fundadores de empresas una ruta de salida, lo cual fue un gran incentivo para que los inversionistas se involucraran e invirtieran en empresas biotecnológicas en primer lugar.

Esto supuso una gran ventaja para Estados Unidos, que con el NASDAQ tuvo por más de 20 años el monopolio internacional, hasta que en 1993 se creó la bolsa de valores de Londres. Mientras que, en Alemania, recién en 1997 se creó en Frankfurt el Neue Markt para atraer más fondos de capital riesgo en empresas jóvenes de alta tecnología (Giesecke, 2000).

Todos estos factores que hemos destacado: la cercanía entre empresas y centros de investigación, la interacción entre las pequeñas empresas emergentes, las diversas instituciones y los agentes financieros, dadas en un espacio geográfico delimitado, conllevaron a la creación de los clusters. Este último factor, que engloba a todos los demás mencionados, fue una pieza característica en el desarrollo de las industrias de alta tecnología. En este sentido, Estados Unidos también tuvo una ventaja, puesto que para la conformación de clusters biotecnológicos, contaba con la experiencia de haber desarrollado previamente la industria de la computación en California (Prevezer, 2000). La concentración geográfica de empresas biotecnológicas en Estados Unidos tuvo su pico durante los primeros dos años de la década de 1980 que se dio mayormente en California, Massachusetts, Nueva Jersey y Carolina del Norte, y tuvo un segundo pico en 1987 donde California consolidó su liderazgo atrayendo la mayor parte de las nuevas empresas (Prevezer, 1995). De esta manera, la industria biotecnológica potenciada por

la interacción entre los diversos actores y los efectos de red generados entre empresas e instituciones, que a su vez incentivaban la competencia y la innovación, se fue consolidando en los clusters ubicados en las distintas regiones del país.

Años más tarde, consciente de la importancia de estas redes, el Ministerio Federal de Educación e Investigación de Alemania lanzó el concurso suprarregional BioRegio en 1995, una política tecnológica orientada a la creación de clusters, cuyo objetivo era alentar una interacción más estrecha entre las comunidades biotecnológicas locales e incentivar la creación de empresas mediante la provisión de fondos a los ganadores del concurso (Müller, 2001). Esta medida sería complementada en 1999 con BioProfile, un concurso diseñado para permitir que las regiones definan una especialización dentro del área general de biotecnología en la que poseían una ventaja competitiva regional (Dohse & Staehler, 2008). Los resultados más directos fueron alentadores, como expresó Müller Christian “en pocas palabras, solo la interacción concertada entre personas de las universidades, la industria y la administración pública inducida por la competencia llevó a un bio-boom en las regiones” (Müller, 2001). Pero también hubo beneficios, más allá del número de empresas, como la mejora de la reputación internacional de Alemania como polo biotecnológico y la creación de un entorno regional más propenso a la innovación, lo que a su vez fortaleció la investigación biotecnológica alemana (Dohse & Staehler, 2008).

3. Análisis de los factores que favorecen el desarrollo de la industria

Como muestran las experiencias de Estados Unidos y Alemania, discutidas en la sección anterior, la industria de biotecnología se caracteriza por ser una industria cuyo desarrollo se basa en innovación y, por lo general, se da en clusters productivos. Por lo tanto, entender cuáles son los factores que favorecen o limitan el desarrollo de la industria implica analizar los factores que afectan a la innovación y el desarrollo de clusters.

Las fallas de mercado que afectan a la innovación han sido ampliamente documentadas en la literatura. Ver, por ejemplo, (Bryan & Williams, 2021) para una revisión reciente. Estas incluyen principalmente falta de apropiación de los retornos de la investigación y desarrollo (I+D) e información asimétrica que afecta el financiamiento de los proyectos de innovación.

La falta de apropiación de los retornos de la investigación y desarrollo (I+D) ocurre cuando aquel que innova no puede controlar el acceso de otros a su descubrimiento, de manera que pierde una parte o toda la apropiabilidad del retorno asociado a la invención (Arrow, 1962). Esto se debe principalmente al carácter de bien público del conocimiento, dado que el consumo de innovación no limita su disponibilidad para otros consumidores y la innovación puede ser utilizada para un número no limitado de personas.

Para solucionar estas fallas de apropiación se pueden implementar distintas estrategias como el uso de patentes, que generan ‘monopolios temporales’ durante el periodo de protección que otorga dicho instrumento, o estrategias de divulgación como puede ser el licenciamiento que emplean la ventaja competitiva que confiere la innovación en el mercado.

Para la industria biotecnológica los sistemas de patentes constituyen un pilar fundamental dentro de la estructura de incentivos que la impulsan, debido a su condición intensiva en conocimiento. Por un lado, generan un incentivo para el grupo de investigación que trabaja en el desarrollo de un nuevo proyecto, y por el otro la protección por patentes hace que dichos proyectos sean mucho más atractivos ante los ojos de los inversores.

Pero ¿qué es un buen sistema de patentes? Porque un sistema de patentes que no regule adecuadamente generará pocos incentivos a invertir (baja protección), dado que no protege la propiedad intelectual y uno que sobre regule dificultará los flujos de conocimientos y el construir sobre el conocimiento de otros (alta protección). En la literatura se ha discutido ampliamente sobre cuál es el punto que logra equilibrar ambos efectos y conseguir el mejor

resultado donde las empresas y los inversores sean retribuidos económicamente, al mismo tiempo que la comunidad científica logre aprovechar los hallazgos científicos y también la sociedad pueda beneficiarse. Al día de hoy, existe poco consenso respecto al grado de protección que debería generar el sistema de patentes. Tomando nuevamente los casos de Alemania y Estados Unidos estudiados por Giesecke (2000), podemos comparar el efecto de los distintos criterios adoptados sobre el patentamiento. Por ejemplo, en Alemania los investigadores académicos no tenían muchos incentivos para patentar sus hallazgos dado que debían hacerse cargo de los costos, tanto de solicitar la patente como de mantenerla. Y, por otro lado, la ley de patentes en Europa impedía patentar luego de que la investigación fuera publicada. En cambio, en Estados Unidos, las oficinas de transferencia tecnológica siempre se ocuparon de pagar los costos de patentamiento a cambio de obtener una parte de los beneficios, de modo que manejaban las oficinas transferencias como negocios con fines de lucro. Y en cuanto a la ley de patentamiento, en Estados Unidos lo importante siempre fue “ser el primero en inventar” por lo que los investigadores podían publicar sus hallazgos sin perder la opción de patentamiento.

Por su parte, las asimetrías de información constituyen también una falla de mercado que afecta al financiamiento de la innovación en la industria. Esta falla de mercado se da cuando alguno de los agentes involucrados cuenta con más información y conocimiento que la otra parte. En la economía del conocimiento, y en la biotecnología en particular, se da porque los investigadores o las empresas que desarrollan una nueva tecnología cuentan con más información acerca de las probabilidades de éxito del proyecto que los inversores o financiadores. Esto genera obstáculos en el desarrollo de las innovaciones porque los inversores, al tener dificultades para distinguir el riesgo, otorgan financiamiento en peores condiciones o directamente no financian los proyectos de innovación.

Además de contar con incentivos adecuados para invertir en I+D y con suficiente financiamiento, el desarrollo de innovaciones requiere de capital humano con formación y conocimientos específicos. Por eso, la presencia de instituciones académicas y de investigación de calidad que difundan el conocimiento es un factor decisivo para que un país pueda contar con una estructura sólida en el desarrollo de la biotecnología (Arantes Olivera, 2006).

En los últimos años, las instituciones de investigación han pasado de ser organizaciones de difusión del conocimiento a intermediarios clave de la comercialización de la tecnología (Shih-Hsin Chen & Wei-Ting Lin, 2016). Hoy en día, a las universidades se les puede adjudicar cuatro tareas principales: su rol como “antena” para recibir conocimiento externo, ser fuentes de mano de obra altamente calificada, socios de cooperación para la industria y semilleros para la formación de nuevas empresas (Trippel & Todtling, 2008).

Finalmente, como se mencionó anteriormente, el desarrollo de esta industria se da en clusters tecnológicos. El principal motivo por el que algunos clusters no se desarrollan espontáneamente son las fallas de coordinación. Estas fallas surgen de la interdependencia entre los agentes económicos cuando las decisiones de inversión de alguno de ellos dependen de las decisiones de inversión del resto. En estos casos, puede ocurrir que los empresarios o investigadores no inviertan lo suficiente debido a la falta de inversión de los otros empresarios del sector (Rodríguez-Clare, 2005).

La industria biotecnológica, que como hemos visto presenta algunas de estas características, no está exenta de fallas de coordinación. Por lo que los clusters ayudan a mejorar la eficiencia y los resultados de la industria. Estas aglomeraciones son grupos conformados por empresas interconectadas, fabricantes de productos, proveedores de servicios, universidades, asociaciones comerciales e instituciones asociadas a un campo en particular que se concentran en una zona geográficamente cercana. Sus ventajas han sido ampliamente estudiadas en la

literatura, uno de los principales exponentes fue Porter (1998) quien destacaba como las principales: el acceso a información especializada; incentivos a la formación de nuevas empresas dentro del cluster; aumentos en la productividad y en la innovación. En la literatura también se han hecho esfuerzos por identificar aquellas ventajas de mayor relevancia en la industria y las principales consecuencias del desarrollo exitoso de los clusters biotecnológicos son: una base científica e industrial sólida, disponibilidad de fondos, espíritu empresarial, capital social y redes entre bases científicas e industriales. (Su & Hung, 2009) Entonces, el hecho de que los clusters puedan tener efectos positivos en prácticamente todos los factores relevantes para el desarrollo de la biotecnología nos permite comprender por qué las aglomeraciones son tan importantes para la industria.

4. El desarrollo de la industria en Argentina

La biotecnología en Argentina

En Argentina la biotecnología tuvo sus primeros avances comerciales exitosos en la década del 80. En los últimos años el sector creció notablemente, al punto de ocupar un puesto destacado a nivel internacional. En 2015, Argentina contaba con más de 200 empresas de biotecnología cuyas ventas en 2014 fueron de más de USD 2,1 mil millones; aproximadamente 0,5% del PIB¹. Las exportaciones, por su parte, fueron aproximadamente 400 millones de dólares. En términos de empleo, el sector genera más de 1.100 puestos de trabajo para personal altamente calificado.

Los rubros de actividad en el que se desempeñan las empresas biotecnológicas son diversos, atraviesan sectores como el agro (semillas, inoculantes, micropropagación, etc), la salud (humana y animal) y la fabricación de insumos para la industria, entre otros. Al igual que ocurre

¹ <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD?locations=AR>

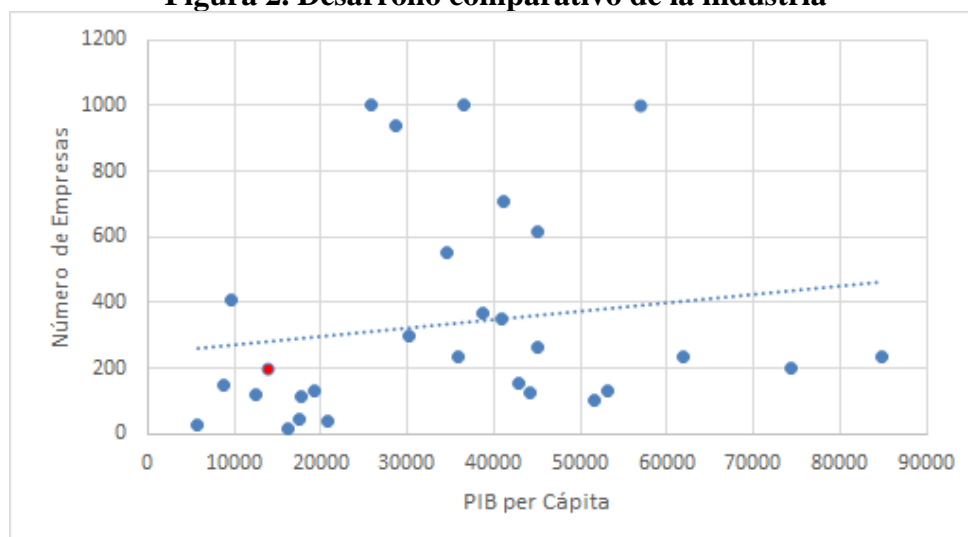
en Estados Unidos y Alemania, la salud humana con 43 empresas es el sector con más empresas. Le sigue el sector de reproducción animal con 34 empresas (Bisang et al., 2016). Sin embargo, a diferencia de Estados Unidos y Alemania, en Argentina el sector con mayor participación en las ventas es el relacionado al sector agropecuario, donde las semillas tienen cerca del 70% de la participación. La salud humana representa solamente el 12% de las ventas. El protagonismo de las semillas, es un dato relevante porque muestra la gran demanda que hay por parte del agro y cómo este apoyo favorece la existencia de un ecosistema que impulsa el desarrollo y el crecimiento de la biotecnología a nivel nacional.

A pesar del reciente crecimiento, la industria aún presenta desafíos y su estado de desarrollo es inferior al de otros países con PIB per cápita similar. Siguiendo el análisis realizado por Borensztein et al. (2009) para identificar las brechas de desarrollo de los países de América del Sur, la Figura 2 muestra la relación entre el desarrollo de la industria de biotecnología, medido por el número de empresas en el sector,² y el PIB per cápita de los países.³ La brecha de desarrollo, en este caso, el número de empresas, está definida como la distancia entre el número de empresas observado y el número de empresas esperado para el nivel de desarrollo del país medido por la regresión entre el número de empresas y el PIB per cápita. De acuerdo con este análisis, la brecha en el número de empresas es de 81 porque Argentina tiene 201 empresas y el valor esperado para el nivel de desarrollo es de 282.

² Se utilizó el número de empresas como indicador de desarrollo de la industria. Dadas las limitaciones de este indicador, sería deseable utilizar otros indicadores como el valor agregado por la industria. Sin embargo, esta información no está disponible.

³ Los países incluidos en esta figura son los que se utilizaron en Bisang et al. (2016) que es la principal fuente de datos sobre el desarrollo de la industria en Argentina.

Figura 2. Desarrollo comparativo de la industria



Fuente: Elaboración propia en base a OCDE (indicadores clave de biotecnología), Banco Mundial (indicadores de desarrollo mundial) y Bisang et al. (2016).

Nota: Argentina marcado en rojo.

Análisis comparativo: determinantes en Argentina

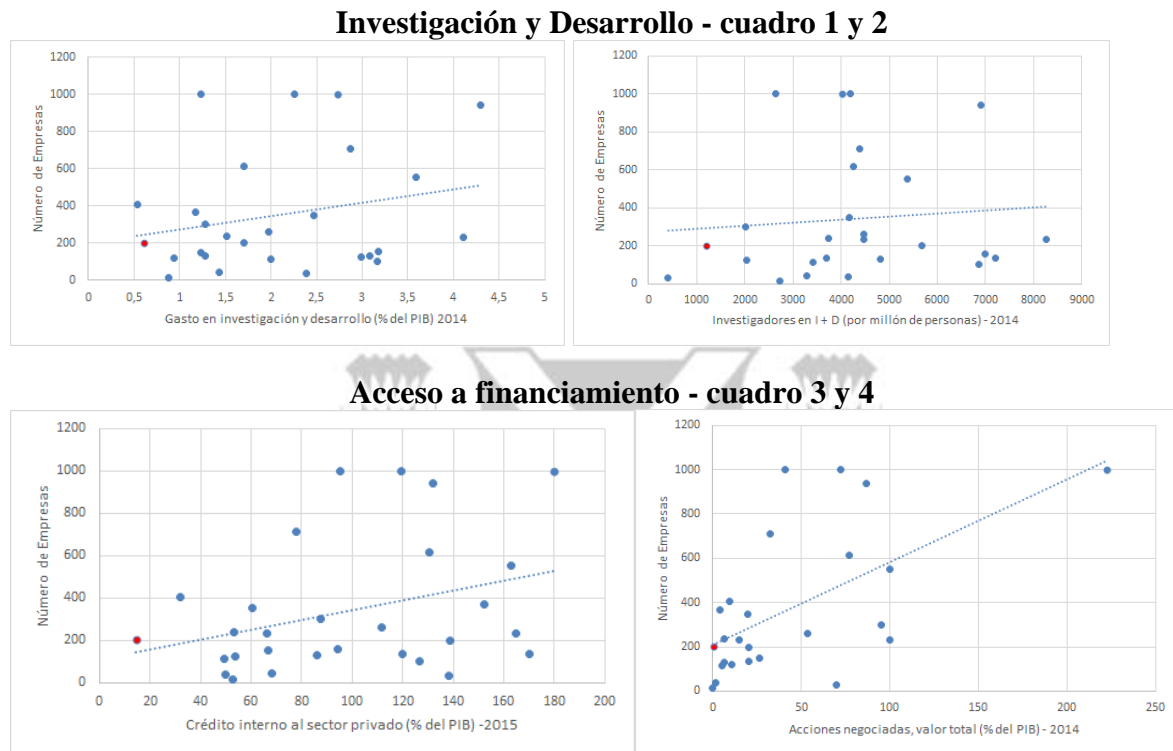
En las secciones anteriores, se destacó la importancia de la innovación y el financiamiento para el desarrollo de la industria de biotecnología. Una simple revisión de estos factores permite comprender mejor la brecha de desarrollo de la industria en Argentina.⁴

La Figura 3 muestra la relación entre el desarrollo de la industria, la inversión en investigación y desarrollo, y la disponibilidad de financiamiento. Para facilitar la lectura de los gráficos, ajustamos el número máximo de empresas biotecnológicas en 1.000, es decir que los puntos sobre esa línea son países con 1000 o más empresas. En función de todos los datos también se delinea el valor esperado calculado por la línea de ajuste, lo que nos permite observar y calcular los gaps (diferencias entre el ajuste y número de empresas) para cada variable. Para que sea reconocible, distinguimos a Argentina con el color rojo de los demás países. De este modo, tomando como referencia la base de empresas en los países y controlando por las distintas

⁴ Las variables utilizadas en este análisis fueron escogidas en base a la disponibilidad de los datos.

variables podemos sacar conclusiones acerca de la situación del país, las limitaciones que enfrenta y los desafíos que suponen, y cómo se encuentra respecto a los demás países.

Figura 3. Desarrollo de la industria, innovación y financiamiento



Fuente: Elaboración propia en base a OCDE (indicadores clave de biotecnología), Banco Mundial (indicadores de desarrollo mundial) y Bisang et al. (2016).

Nota: Argentina marcado en rojo.

Como vimos en las secciones anteriores, la biotecnología es una industria basada en ciencia y como tal es intensiva en innovación. Por este motivo, el gasto en I+D y el tamaño de la base científica son importantes indicadores para comprender la contextura empresarial. En los cuadros 1 y 2, podemos observar que Argentina es el segundo país que menos recursos asigna a la investigación y el desarrollo con un nivel que no supera el 0,6% del PIB, lo cual se condice con la reducida cantidad de investigadores por millón de habitantes (1.200) para la cual también ocupa el anteúltimo puesto. Estos datos ayudan a explicar el retraso en el desarrollo de la industria nacional cuando lo medimos con la línea de ajuste, ya que si tenemos en cuenta el nivel de gasto en I+D de los países que más empresas tienen encontramos que es entre dos y

siete veces superior en términos porcentuales. De este modo, contrastar los recursos destinados a la base científica con los países líderes en biotecnología es útil para entender por qué la industria argentina no alcanza los niveles de desarrollo que se esperarían para el PIB que tiene.

Al enfocarnos en un análisis interno y dejar la comparación de lado, encontramos que para los propios niveles de investigación y desarrollo, Argentina cuenta con menos empresas de las que debería tener. Nuestro país tiene rezagos en ambos casos: el gap entre número de investigadores por millón y número de empresas es uno de los más grandes que encontramos en el estudio, con una diferencia negativa de 89 empresas. Mientras que el gap para gasto en I+D es de 49 empresas, también negativo. Por esta razón, resulta importante profundizar en las condiciones de la base científica para tratar de comprender los motivos por los cuales encontramos diferencias entre el número de empresas y la capacidad científica.

En una encuesta realizada por el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación en 2015, se relevaron más de 1000 proyectos de investigación relacionados a la biotecnología (Anlló, 2016). Este número supera con creces a la cantidad de empresas contabilizadas para ese año (201), lo cual nos ayuda a dimensionar el problema de la brecha. Y si bien, no se espera materializar todos los proyectos de investigación es importante tratar de entender por qué pueden darse estas diferencias entre las capacidades científicas y el número de empresas. Las razones pueden ser varias.

Para empezar, si bien la base de investigaciones científicas es amplia, los temas de investigación están alineados con las tendencias de publicación en revistas académicas y, por ende, las innovaciones no están mayormente orientadas al uso comercial. De esta manera, podemos encontrar en los cimientos del sistema científico limitaciones que pueden dificultar la posterior coordinación con la industria y por eso, un desafío será incorporar las necesidades del sector privado a los temas de investigación en las academias. Por otro lado, en esta relación

entre la ciencia y la industria, también existen carencias en la cooperación dado que el conocimiento por parte de las empresas acerca de las potencialidades del sistema científico del sector es escaso. Esto puede deberse a la falta de una base de datos centralizada de proyectos de I+D en biotecnología, que de existir probablemente generaría un crecimiento de la base empresarial acorde a las capacidades científicas (Anlló et al., 2016).

Otro recurso que podría ayudar a reducir esta brecha, son las incubadoras de empresas de las universidades. Su escasa participación en el ecosistema representa una limitante al desarrollo de la industria biotecnológica nacional, ya que sus impactos son aún limitados en la creación y desarrollo de empresas (Anlló et al., 2016). Por eso, el crear más incubadoras dentro de las principales instituciones de investigación y destinar más recursos al financiamiento de los proyectos representa un desafío importante para el crecimiento de la industria nacional.

En términos de financiación, Argentina tiene los peores indicadores de los países listados. Como podemos ver en el gráfico del crédito al sector privado (cuadro 3), nuestro país cuenta con el menor nivel de crédito de todos los países registrados (14% del PIB). Esta es una gran limitación, que resalta si lo contrastamos con la asignación de un país líder como Estados Unidos, cuyo nivel de crédito al sector privado fue de 180% del PIB para ese mismo año. Las restricciones de financiación se acentúan aún más si tenemos en cuenta el mercado de capitales (cuadro 4), cuando analizamos las acciones negociadas como porcentaje del PIB encontramos que Estados Unidos tuvo un nivel de 222%, mientras que en Argentina fue del 0,6%. Pero la brecha no es lo único que destaca en el análisis, puesto que el hecho de que el mercado de capitales sea prácticamente inexistente en el país también implica que habrá una fuente menos de financiación disponible para las empresas que requieren de capital para crecer. Y esto es una gran desventaja, teniendo en cuenta que las empresas biotecnológicas pueden mitigar sus problemas de falta de financiación para la investigación y desarrollo a través de sus ofertas

públicas. En un estudio (Nishimura et al., 2018) encontraron que el crecimiento de los activos de las empresas biotecnológicas estadounidenses posterior al OPI (oferta pública inicial) era del 77%, en promedio. De esta forma no sorprende que en los últimos años la cantidad de empresas biotecnológicas listadas en el índice NASDAQ se haya duplicado y su valor haya crecido un 500% entre 2010 y 2020⁵. Estos datos, reflejan la situación de una industria en auge, motivo por el cual el interés de los capitalistas de riesgo ha incrementado considerablemente en los últimos años. Solo entre 2010 y 2015 el financiamiento de capital riesgo para la biotecnología en Estados Unidos se había duplicado, pasando de USD 5 a 10 mil millones y llegando a casi triplicarse en 2020. Como mencionamos anteriormente, el impacto de la industria del capital de riesgo en la biotecnología es un factor determinante, particularmente en etapas iniciales y más aún cuando el acceso al crédito es restringido. En Argentina, no hay registros de fondos de Venture Capital destinados a la biotecnología para el 2015 y los años anteriores, lo cual explica en parte el rezago en el número de empresas que detectamos en nuestro análisis. Para dimensionar el impacto de estos actores en el ecosistema nacional podemos tomar el caso de Grid Exponential, una company builder enfocada exclusivamente en la industria biotecnológica⁶. GRIDX, con base en Buenos Aires y activa desde el 2017, en los últimos 4 años ha financiado la creación de 25 startups de biotecnología en el país. Este número equivale al 13% de la base empresarial registrada en el estudio de 2015.

El clima de negocios favorece o afecta al desarrollo de cualquier industria. Si analizamos la Figura 4, podemos ver que Argentina ocupa el puesto más bajo de los países enlistados en el índice de facilidad para hacer negocios (126)⁷. Esta situación refleja retrasos en el sistema

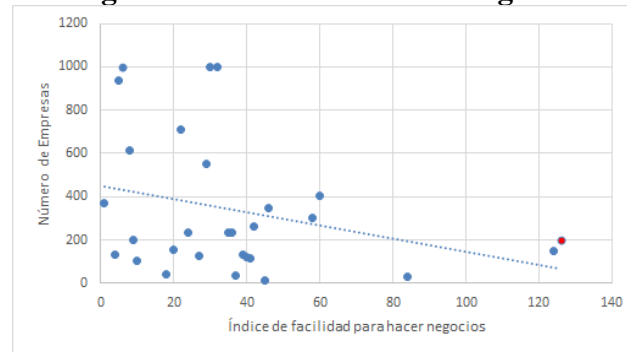
⁵ The Economist. <https://www.economist.com/business/american-biotechnology-is-booming/21803495>

⁶Una company builder actúa como un fondo de inversión que invierte etapas muy tempranas (pre-semilla).

⁷ <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/32436/9781464814402.pdf>

tributario, en la accesibilidad de los servicios de infraestructura, en políticas comerciales, en cuestiones legislativas, y en el acceso a financiamiento.

Figura 4. Facilidad de hacer negocios



Fuente: Elaboración propia en base a OCDE (indicadores clave de biotecnología), Banco Mundial (índice de facilidad para hacer negocios) y Bisang et al. (2016).

Nota: Argentina marcado en rojo.

Finalmente, la coyuntura macroeconómica de nuestro país es otro de los factores que afecta el desempeño y desarrollo de la industria. El desdoblamiento cambiario que afecta a las importaciones y las exportaciones, el sistema impositivo con tasas elevadas y una legislación laboral costosa en términos de costos no salariales son factores que afectan la rentabilidad de las inversiones y el desarrollo de la industria. Además, la incertidumbre que genera la macroeconomía del país también dificulta el acceso al capital, acentuando las restricciones al financiamiento que dificultan la creación de nuevas empresas biotecnológicas y el crecimiento de la industria.

5. Conclusión

El objetivo de esta tesis es identificar los factores que limitan el desarrollo de la industria de biotecnología en Argentina. Al identificar estos desafíos, los resultados contribuyen a sentar las bases para el desarrollo de políticas públicas que podrían impulsar el sector biotecnológico en Argentina.

El documento presenta un análisis del desarrollo de la industria a nivel global y las distintas estrategias que siguieron Estados Unidos y Alemania, que son los países que lideran esta industria. Del estudio del desarrollo de la biotecnología en estos países se pueden extraer conclusiones que ayudan a entender el desarrollo de la industria en Argentina. Las principales son que la biotecnología es una industria intensiva en investigación y desarrollo, que requiere la disponibilidad de amplio financiamiento, y que generalmente, ocurre en clústeres. Finalmente, otra característica clave del desarrollo de esta industria es la presencia de industrias relacionadas que se benefician del avance de la biotecnología, como el sector de salud en Estados Unidos y Alemania. El rol que el gobierno y las políticas públicas han tenido ha sido muy distinto entre estos países.

La industria de biotecnología en Argentina presenta un grado de desarrollo relativamente avanzado por encima de países cuyo PIB per cápita es superior al de Argentina. Sin embargo, comparado con los países en los que la industria se ha desarrollado más, Argentina aún presenta rezagos importantes.

El análisis de los factores que posibilitaron el desarrollo de la industria en otros países muestra grandes desafíos en Argentina. En términos de I+D, la baja inversión del sector privado y la baja asignación de recursos por parte del estado dificulta el crecimiento de la base científica e impide que Argentina alcance niveles de innovación superiores, como el de los países que lideran el mercado. En términos de financiamiento, las restricciones al crédito, la poca participación de los capitalistas de riesgo y el escaso desarrollo del mercado de capitales generan barreras para que las innovaciones lleguen al mercado y para que las empresas existentes se desarrollen, obstaculizando el crecimiento de la industria.

Adicionalmente, Argentina está en las últimas posiciones del índice de facilidad de hacer negocios lo que dificulta la creación y crecimiento de las empresas. Finalmente, la coyuntura macroeconómica también afecta las inversiones en el sector.

Una oportunidad clara para el desarrollo de la industria de biotecnología en Argentina es la presencia de un sector relacionado con alto potencial de crecimiento como lo es el sector agropecuario. El crecimiento de este sector crearía incentivos para la inversión y el crecimiento de la industria de biotecnología.

En cuanto a las políticas públicas, en el corto plazo, la estabilidad macroeconómica e institucional es una condición necesaria. A mediano y largo plazo, las políticas orientadas a fortalecer la inversión en investigación y desarrollo y los vínculos entre las universidades y el sector productivo tendrán un rol fundamental. Similarmente, son necesarias políticas orientadas al desarrollo del mercado de capitales y que favorezcan el acceso al financiamiento.



QUAERERE VERUM

Universidad de
San Andrés

BIBLIOGRAFÍA

Ahmed, S., & Cozzarin, B. (2009). "Start-up funding sources and biotechnology firm growth". *Applied Economics Letters*, 16(13), 1341-1345.

Anlló, G. (2016). "*Biotecnología argentina al año 2030*". Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Arantes Olivera, N. (2007). "A case study on obstacles to the growth of biotechnology". *Technological Forecasting & Social Change*, 74, 61-74.

Arrow, K. (1962). "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention," in *The rate and direction of inventive activity: Economic and social factors*, 609-626.

Bisang, R. (2016). "*Las Empresas de Biotecnología en Argentina*". Ministerios de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Bisang, R., Campi, M., & Cesa, V. (2009). "*Biotecnología y Desarrollo*". CEPAL.

Bisang, R., Fuchs, M., Duarte Barracat, M., & Geronimo, G. (2016). "*Las Empresas de Biotecnología en la Argentina*". Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

Borenstein, E. (2009). "*Development Diagnostics for the Southern Cone*" [IDB Working Paper Series 516]. Inter-American Development Bank.

Bryan, K., & Williams, H. (2021). "Innovation: Market failures and public policies," *NBER Working Paper 29173*, National Bureau of Economic Research.

Buchholz, K. (2010). "*History of Biotechnology*". Encyclopedia of Industrial Biotechnology: Bioprocess, Bioseparation, and Cell Technology.

- Chen, S.-H., & Lin, W.-T. (2017). "The dynamic role of universities in developing an emerging sector: a case study of the biotechnology sector". *Technological Forecasting and Social Change*, 123(C), 283-297.
- Cohen, W., Nelson, R., & Walsh, J. (2000, Febrero). "Protecting Their Intellectual Assets: Appropriability Conditions and Why U.S. Manufacturing Firms Patent (or Not)," NBER Working Paper 7552, National Bureau of Economic Research.
- COMSATS. (2003). *"Science and Technology for Sustainable Development"*. Commission on Science and Technology for Sustainable Development in the South.
- Dohse, D., & Staehler, T. (2008). *"BioRegio, BioProfile and the rise of the German biotech industry"* Kiel Working Papers No 1456, Kiel Institute for the World Economy.
- Giesecke, S. (2000). "The contrasting roles of government in the development of biotechnology industry in the US and Germany," *Research Policy*, 9(2), 205-223.
- Handelsblatt. (1998, febrero 2). "Chancen für die Branche stehen im Vordergrund". *Handelsblatt*, p.29.
- Ketels, C. (2017, Junio). *"Cluster Mapping as a Tool for Development"*. Institute for Strategy and Competitiveness Harvard Business School.
- Müller, C. (2001). *"The Biotechnology industry in Germany and Japan"* Working Paper No. 11, Institute for Technology and Innovation Management, Hamburg University of Technology, Hamburg.
- Nishimura, J., Tsai, Y., & Nagaoka, S. (2018). "Impact of initial seeds on the growth of biotechnology startups: evidence from the U.S. and Japan". *Economics of Innovation and New Technology*, 28(7), 695-721.
- Porter, M. (1998). "Clusters and the New Economics of Competition". *Harvard Business Review*, 1998(11).

- Prevezer, M. (1997). "The Dynamics of Industrial Clustering in Biotechnology". *Small Business Economics*, 9(3), 255-271.
- Prevezer, M. (2001, Agosto). "Ingredients in the Early Development of the U.S. Biotechnology Industry". *Small Business Economics*, 17(1), 17-29.
- Rodriguez-Clare, A. (2005). "Coordination Failures, Clusters and Microeconomic Interventions," Working Paper 544, Inter-American Development Bank.
- Sharp, M., & Patel, P. (1996). "Europe's pharmaceutical industry: an innovation profile," EIMS Project N° 94/114, University of Sussex Brighton]. University of Sussex Brighton, UK.
- Su, Y.-S., & Hung, L.-C. (2009). "Spontaneous vs. policy-driven: The origin and evolution of the biotechnology cluster". *Technological Forecasting and Social Change*, 76(5), 608-619.
- Thieman, W. J., & Palladino, M. A. (2010). "Introducción a la biotecnología". Pearson Educación, Madrid, España.
- Trippl, M., & Todtling, F. (2008). "From the Ivory Tower to the Marketplace: Knowledge Organisations in the Development of Biotechnology Clusters". *Journal of Regional Analysis and Policy*, 38(2), 17.
- van Beuzekom, B., & Arundel, A. (2006). "OECD Biotechnology Statistics". Organization for Economic Co-Operation and Development.