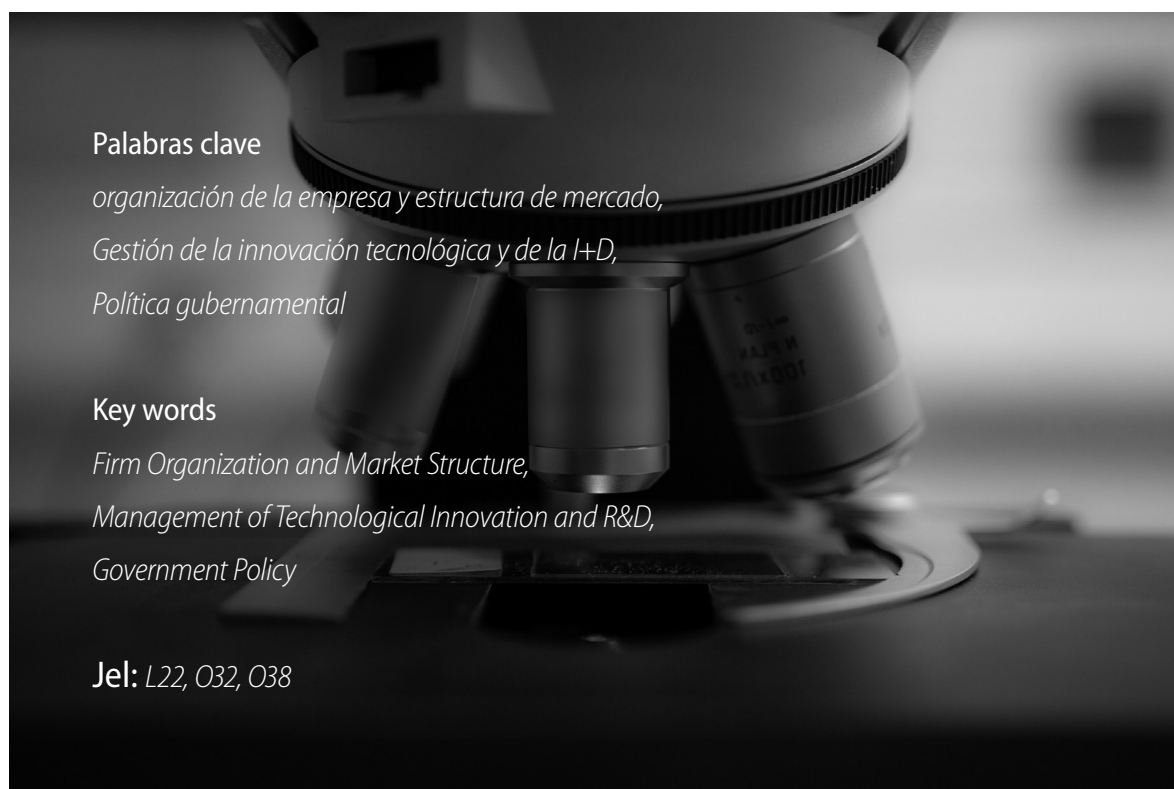


# Estrategias de nicho de mercado y capacidades tecnológicas de las empresas biotecnológicas mexicanas

*Niche market strategies and technological capabilities of Mexican biotechnology firms*

Marcela Amaro Rosales

20



## Palabras clave

*organización de la empresa y estructura de mercado,  
Gestión de la innovación tecnológica y de la I+D,  
Política gubernamental*

## Key words

*Firm Organization and Market Structure,  
Management of Technological Innovation and R&D,  
Government Policy*

**Jel:** L22, O32, O38

\*Instituto de Investigaciones Sociales UNAM. México  
marcela.amaro@sociales.unam.mx

## Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar las capacidades tecnológicas de las empresas biotecnológicas en México y la estrategia de nicho de mercado como mecanismo de competitividad. La pregunta que guía esta investigación es: ¿basados en el nivel de capacidades tecnológicas de las empresas biotecnológicas mexicanas qué tipo de estrategia empresarial es factible que desarrollen para lograr mayor competitividad? Como hipótesis se plantea que, dado el contexto global de la biotecnología y el nivel de capacidades tecnológicas, una posible estrategia para lograr mayor competitividad es la basada en nichos de mercado. La metodología está basada en el uso de diversos estudios cualitativos para identificar las estrategias más exitosas en términos de competitividad; además de información seleccionada de una encuesta aplicada entre 2015 y 2016 a empresas mexicanas biotecnológicas. Los resultados muestran que las empresas analizadas tienen niveles diferenciados de capacidades tecnológicas, pero las estrategias de competitividad más exitosas están fuertemente relacionadas con niveles intermedios y avanzados de capacidades tecnológicas y conectados con estrategias de mercado de nicho.

## Abstract

The objective of this paper is to analyze the technological capabilities of biotechnology firms in Mexico and the market niche strategy as a mechanism of competitiveness. The question that guides this research is: based on the level of technological capabilities of Mexican biotechnology firms, what type of business strategy is feasible to develop to achieve greater competitiveness? As a hypothesis, it is proposed that, given the global context of biotechnology and the level of technological capabilities, a possible strategy to achieve greater competitiveness is based on market niches. The methodology is based on the use of various qualitative studies to identify the most successful strategies in terms of competitiveness; In addition to selected information from a survey applied between 2015 and 2016 to Mexican biotechnology firms. The results show that the firms analyzed have differentiated levels of technological capabilities, but the most successful competitiveness strategies are strongly related to intermediate and advanced levels of technological capabilities and connected with niche market strategies.

## Introducción

De acuerdo con el Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (2000), se define a la biotecnología moderna como “la aplicación de: técnicas *in vitro* de ácido nucleico, incluidos el ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u orgánulos, o la fusión de células más allá de la familia taxonómica que superan las barreras fisiológicas naturales de la reproducción o de la recombinación y que no son técnicas utilizadas en la reproducción y selección tradicional”.

Este conjunto de conocimientos y herramientas constituyen no solamente un activo campo de investigación y generación de nuevo conocimiento, sino un motor económico para la industria y la sociedad, ya que se puede aprovechar la tecnología, la materia y la energía de origen biológico a favor del ser humano y del medio ambiente (Trejo, 2010). Dado lo anterior es que se plantea el estudio de la biotecnología, en particular de las empresas mexicanas relacionadas con la agroindustria bajo la premisa de que son un elemento fundamental en el proceso de desarrollo económico del país.

La dinámica económica de la biotecnología está fuertemente determinada por el desarrollo científico y tecnológico. Es por ello que se requiere analizar e identificar las capacidades tecnológicas como una condición necesaria para lograr competitividad. Sin embargo, de acuerdo a diversos estudios (Amaro y Sandoval, en prensa; Stezano y Oliver, en prensa) la generación y acumulación de capacidades tecnológicas son insuficientes para lograr ventajas competitivas en el contexto global. Lo anterior motiva a indagar sobre qué elementos, además de las capacidades tecnológicas, les han permitido a las empresas mexicanas posicionarse competitivamente.

Si bien a nivel internacional es comúnmente analizado el tema de las capacidades tecnológicas en distintos tipos de empresas, para el caso de México, existen pocos estudios que indaguen al respecto en la biotecnología (Amaro y Natera, en prensa; Morales y Chiapa, en prensa; Morales y Díaz, 2019). Además, debido a las particularidades de la biotecnología y en general de las tecnologías emergentes, es poco abordado desde los análisis industriales. Es por ello que se considera que es este trabajo constituye una aportación para la caracterización de las capacidades tecnológicas de las empresas biotecnológicas mexicanas y se avanza en la identificación de las estrategias de mercado que les permiten mantenerse y ser competitivas a distintos niveles: local, regional, nacional e internacional.

Metodológicamente se hace uso de información seleccionada proveniente de la “Primera encuesta a empresas desarrolladoras de biotecnología en México”. Si bien la finalidad de la encuesta no fue identificar las capacidades tecnológicas de las empresas biotecnológicas, se ha realizado una selección de la información para construir variables cualitativas proxy, las cuales se han complementado con información proveniente de diversos estudios de caso realizados en los últimos cinco años.

La estructura del artículo es la siguiente: en el segundo apartado se presenta una revisión de la literatura sobre capacidades tecnológicas en sectores emergentes intensivos en conocimiento y sobre las diversas estrategias de competitividad. El tercer apartado contiene el contexto económico global de la biotecnología. En el apartado cuarto se presenta la metodología y los resultados obtenidos y finalmente el último apartado presenta las conclusiones y reflexiones finales.

## I. Revisión de la literatura

### I.I Capacidades tecnológicas

El concepto de “capacidades tecnológicas” describe la manera en que las empresas desarrollan, transfieren, imitan, adaptan y asimilan conocimiento tecnológico. Lo que ayuda a comprender lo que Dosi (1988) llamo como la permanente existencia de asimetrías entre empresas, en términos de los procesos tecnológicos y la calidad de los resultados obtenidos.

El proceso de generación o desarrollo de capacidades tecnológicas implica diversas fases y características, que dependen de cada una de las empresas analizadas. En general, se considera que existe un proceso de absorción o creación de conocimiento tecnológico que puede provenir de fuentes externas o internas, esto a su vez genera una serie de habilidades que aplicadas tanto a procesos previamente desarrollados, nuevos procesos o nuevos productos resultan en innovaciones de diversos tipos.

Existen diversas categorizaciones sobre el tipo de capacidades tecnológicas de las empresas (Katz, 1987; Dahlman *et al.* 1987; Lall, 1987). Generalmente se considera que existen tres tipos de capacidades tecnológicas: básicas, intermedias y avanzadas.

El concepto de capacidades tecnológicas describe las habilidades más amplias que se requieren para iniciar un proceso de mejoras conducentes a un sendero de crecimiento y desarrollo sostenido. La definición de capacidades tecnológicas implica conocimientos y habilidades para adquirir, usar, absorber, adaptar, mejorar y generar nuevas tecnologías (Bell y Pavitt, 1995; Lall, 1992).

Por lo tanto, el desarrollo de las capacidades tecnológicas es el resultado de inversiones realizadas por las empresas en respuesta a estímulos externos e internos, y en interacción con otros

agentes económicos tanto privados como públicos, locales y extranjeros (Lall, 1992). Esto implica que en la construcción de capacidades tecnológicas hay factores que son específicos de la empresa y otros que son propios del país: régimen de incentivos, estructura institucional y dotación de recursos, inversión física, capital humano y esfuerzo tecnológico. Por lo tanto, el desarrollo de las capacidades es el resultado de la interacción compleja de la estructura de incentivos con los recursos humanos disponibles, los esfuerzos tecnológicos realizados y la incidencia de factores institucionales diversos. En función de ello, las capacidades tecnológicas aparecen en distintos niveles (Lugones *et al.*, 2007). Así, es posible identificar la acumulación de capacidades tecnológicas en el nivel microeconómico (en las firmas), pero también en el nivel nacional (macroeconómico) y sectorial (mesoeconómico). Esto nos permitirá tener una mejor caracterización de las empresas biotecnológicas mexicanas.

### I.II Estrategias de competitividad

Existen por lo menos, tres marcos analíticos que nos permiten analizar el tema de las ventajas competitivas. El primero lo denominaremos genéricamente como la visión basada en recursos, la cual incluye derivaciones como la teoría sobre capacidades centrales y dinámicas; además de la basada en conocimiento (Penrose, 1959; Barney, 1986, 1991; Peteraf, 1993; Rumelt, 1987; Wernerfelt, 1984; Helfat, 1997; Helfat *et al.*, 2007; Prahalad y Hamel, 1990; Teece *et al.*, 1997; Grant, 1996; Kogut y Zander, 1992). El segundo ha sido denominado como el paradigma de los mercados hipercompetitivos de ventaja temporal (Barnett y Sorenson, 2002; D’Aveni, 1994; D’Aveni *et al.*, 2010) y finalmente el clásico esquema de análisis de ventaja competitiva de Michael Porter y sus derivaciones. En este

trabajo, nos concentramos en el primero y el tercero, dado que aportan elementos útiles para analizar el objeto de estudio.

Sin ánimo de demeritar las aportaciones de cada marco analítico y reconociendo que cada uno de ellos requiere de un amplio espacio para ser presentado, sólo retomamos las ideas centrales. La teoría basada en recursos plantea que la empresa es una colección de recursos idiosincrásicos y productivos imperfectamente imitables y específicos a cada empresa (Barney, 1986; Wernerfelt, 1984; Grant, 1996); los cuales le permiten competir contra otras empresas. Dichos recursos deben ser: valiosos, escasos, no imitables y no sustituibles (Barney, 1991). Dado que el ambiente de competencia es cambiante, las empresas deben buscar mantener su ventaja, mediante la generación de capacidades centrales capaces de convertirse en dinámicas (Prahalad y Hamel, 1990; Teece, *et al.*, 1997). En síntesis, las capacidades de la empresa son combinaciones de distintos recursos que surgen de las rutinas organizativas y combinaciones tecnológicas (Nelson y Winter, 1982).

De acuerdo con Porter (1991) las empresas crean ventaja competitiva al percibir o descubrir nuevas y mejores formas de competir en un sector y trasladarlas al mercado, lo que se traduce en un acto innovador (p.78). Innovar incluye a la tecnología, los métodos, nuevos procesos, productos, comercialización e identificación de nuevos grupos de clientes (Porter, 1991). La creación de ventajas competitivas, por tanto, implica identificar las discontinuidades y cambios en la estructura sectorial. Tradicionalmente, se ha considerado que la ventaja competitiva proviene principalmente de: *a)* nuevas tecnologías; *b)* nuevas o cambiantes necesidades del comprador; *c)* aparición de un nuevo segmento sectorial; *d)* cambio en los costos o disponibilidad de los insumos y; *e)* cambio

en las disposiciones gubernamentales (Porter, 1991). En términos generales, a esta visión, se le ha denominado como el paradigma basado en la estructura-conducta- desempeño.

Las aportaciones de Porter sobre la ventaja competitiva y de la teoría basada en recursos y capacidades son fundamentales para comprender el desempeño de las empresas. Sin embargo, se considera que es un marco insuficiente para analizar a las empresas biotecnológicas mexicanas, es por ello que se propone integrar el concepto de “nicho de mercado” Este concepto es útil para analizar a empresas no líderes, recién llegadas o de países en desarrollo, las cuales en general poseen menos recursos iniciales y capacidades financieras o tecnológicas limitadas o en desarrollo. Por lo tanto, una estrategia basada en nichos de mercado, de proceso o producto, les puede permitir competir en segmentos donde no están presentes las empresas líderes, mientras generan mayor competitividad (Yan, *et al.* 2008).

Existen dos tipos de estrategia de nicho (Echols y Tasi, 2005), las basadas en nicho de producto, donde la empresa es capaz de producir un producto diferenciado y único, el cual responde a necesidades no cubiertas y específicas, y la estrategia de nicho de proceso, lo que incluye la implementación de una operación comercial exclusiva, la cual puede tener un enfoque innovador en la gestión, la cadena de valor o distintos procesos en la producción (Chatterjee, 1998).

## II. El contexto económico global de la biotecnología

Estados Unidos es el líder en investigación y desarrollo (I+D) biotecnológica. Desde los años 70 se ha mantenido en dicha posición; basta mencionar que para 2015 se reportó que 70%

de la I+D y el 86% del financiamiento a nivel mundial estuvo a mano de capitales de origen estadounidense, además de reportar el mayor número de empresas biotecnológicas, con un total de 2,459 (ICEX, 2016). Convertirse y mantenerse como el país líder en biotecnología y en general en las tecnologías relacionadas con la vida se debe al importante impulso que desde el gobierno se hizo a través de diversas iniciativas y programas de fomento, además de una serie de modificaciones legales y regulatorias que han permitido la construcción de un mercado biotecnológico.

La biotecnología irrumpió en el mundo como una alternativa tecnológica que podía ser capaz de revolucionar el paradigma productivo. Esto debido a los avances mostrados por la ingeniería genética que permitió vislumbrar usos y aplicaciones importantes en diversos sectores industriales.

Con la ingeniería genética, el uso de proteínas recombinantes y el desarrollo de anticuerpos monoclonales permitió la generación de moléculas que a su vez sustituyeron a hormonas tradicionales. Esto significó la creación de nuevos productos como la eritropoyetina (EPO), interferones e interleuquinas, lo cual impactó en la productividad de manera positiva y es en este momento donde surgieron empresas ícono como Genentech, Biogen y Amgen (Gutman y Lavarello, 2014), las cuales representaron por una época el modelo de empresas biotecnológicas. Por ejemplo, Genentech fue fundada por el inversionista Robert A. Swanson y el bioquímico Dr. Herbert W. Boyer, quien junto con Stanley Cohen participaron en el desarrollo científico y tecnológico del ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante. Esta empresa es considerada como la pionera y fundadora de la biotecnología moderna industrial y son los productores de la primera

proteína humana en microorganismos, de la clonación de insulina humana, de la hormona de crecimiento humana y del primer producto farmacéutico basado en tecnología de ADN recombinante: insulina humana, la cual fue licenciada a Eli Lilly and Company.

Este tipo de empresa tenía una forma de organización en la cual todas las etapas de la cadena de valor estaban integradas ya que se consideraba que, tecnológicamente, la biotecnología sustituiría a los productos farmacéuticos de síntesis química, por lo que buscaron llegar hasta la comercialización directa, lo cual lograron con algunos productos. Sin embargo, en poco tiempo fueron transitando hacia un esquema de licenciamiento de productos a laboratorios y finalmente cedieron ante el proceso de fusiones y adquisiciones.

Una vez constituida como industria vino una segunda etapa donde los avances biotecnológicos no fueron suficientes para mantener los rendimientos económicos, por lo que se buscó la integración tecnológica del viejo paradigma de síntesis química con la biotecnología moderna. Ello significó a su vez la búsqueda de nuevos mercados y diversificación de estrategias de negocio, por lo que las terapias génicas, la ingeniería de tejidos, la terapia celular y en general el tratamiento de enfermedades crónicas como el cáncer cobraron especial relevancia. En términos de organización industrial se establecieron acuerdos entre las nacientes empresas biotecnológicas y grandes laboratorios para poder realizar pruebas clínicas y comercialización (Gutman y Lavarello, 2014).

A partir de la introducción de técnicas bioinformáticas se abrió un nuevo espacio de negocio basado en las plataformas tecnológicas o manufactura biotecnológica que consiste en soluciones de I+D para diversas industrias, lo que puede ir desde la investigación aplicada,



el desarrollo, prototipo hasta las pruebas clínicas. Entre las plataformas más importantes se encuentran *GE Healthcare Life Sciences*, *Pall Corporation* y *Sartorius Stedim Biotech*.

La evolución de la biotecnología muestra dos tendencias. Por un lado, una necesidad de conocimiento altamente especializados que usualmente ha sido desarrollado por empresas de alta tecnología que surgen de iniciativas académicas, pero con bajas posibilidades de escalar sus investigaciones y llevarlas al mercado, lo que las ha obligado a integrar procesos y productos del paradigma tecnológico previo. Y por otro, se tiene a las grandes empresas que externalizan las actividades de I+D (entre 25% y 40%) y que gracias a las fusiones y adquisiciones de las empresas biotecnológicas han adquirido capacidades tecnológicas. Su ventaja es la capacidad financiera ya que, a pesar de la existencia de capital de riesgo, este se ha mostrado errático debido a diversas condiciones.

En síntesis, lo que se observa es una importante fragmentación que incluye a grandes empresas y a empresas pequeñas de base tecnológica con ciclos de vida relativamente bajos que son rápidamente adquiridas y fusionadas, lo que ha llevado a una gran concentración de mercado. Basta mencionar que durante 2015 las transacciones de fusiones y adquisiciones rondaron en los US\$ 100 000 millones. En las principales adquisiciones y fusiones de empresas biotecnológicas, destaca la estrategia de Pfizer al adquirir tres empresas independientes basadas en I+D: *Allergan*, *Medivation*, *Anacor Pharmaceuticals* y luego la reciente compra de *Anti-Infective Business* que había sido adquirida previamente por *Astrazeneca* por su interés en el desarrollo de una pequeña molécula para infecciones bacterianas severas. También son relevantes las compras de *Roche de Genentech* y *Hospira Inc.*

De acuerdo con Gutman y Lavarello (2014) la biotecnología surgió como una posible respuesta a las restricciones de la acumulación de capital dada por la crisis del paradigma previo basado en energía barata derivada del petróleo. Los autores argumentan que:

ante los límites de que experimentaron las industrias de base química en la década del 70 como industrias proveedoras de insumos básicos de ese modelo de crecimiento, las modernas biotecnologías representaron una gran promesa para recomponer la productividad, abriendo la oportunidad de reemplazar tecnologías existentes basadas en petróleo por nuevas materias primas biológicas (Gutman y Lavarello, 2014:10).

Si bien la biotecnología ha representado un cambio en los patrones productivos de algunas industrias como la farmacéutica, gracias a la producción y uso de distintas moléculas y en la industria alimentaria por el uso ingredientes biotecnológicos y funcionales; su difusión ha sido limitada en otras industrias, lo cual pone en entredicho su capacidad de convertirse en la tecnología proveedora de insumos productivos de bajo costo capaces de revolucionar el mundo productivo.

En términos tecnológicos, la biotecnología presenta una serie de oportunidades, sin embargo, el hecho de que aún no se concrete la promesa de proveeduría de insumos biológicos baratos, se debe a diversos factores, uno de ellos tiene que ver con los requerimientos financieros para desarrollarlos, los cuales son muy elevados. Ya que se requieren inversiones considerables tanto en laboratorios, equipo especializado, compuestos, recursos humanos, pruebas, regulación, post-aprobación y en muchos casos pago de derechos de propiedad intelectual (Festel, 2011).

Al no ser menester de este trabajo indagar sobre la estructura de la cadena valor, nos basta con señalar que se observa una alta concentración de mercado, a pesar de que su desarrollo se ha visto mermado por distintos eventos; como la crisis financiera de 2007- 2008 que tuvo efectos importantes en el acceso al financiamiento por parte de las empresas biotecnológicas, ya que en general el capital tomó más medidas contra el riesgo, lo que implicó que los inversionistas tuviesen menor interés en proyectos de I+D, sobre todo, basados en los resultados previos que demostraban que la productividad no se había incrementado (ICEX, 2016). A pesar de ello, desde 2013 se ha mantenido un periodo estable de crecimiento. En 2016 el capital de riesgo registrado fue aproximadamente de 5,000 millones de dólares sólo en Estados Unidos, por mucho, el mercado más relevante para la industria y para el primer trimestre de 2017 un monto de 2,700 millones de dólares. Sin embargo, a pesar de las cifras, el acceso a los capitales durante 2016 se vio afectado por la incertidumbre causada por el Brexit, los cambios regulatorios, el descenso de capitales provenientes de Asia y la reforma sanitaria del gobierno de Trump (EY, 2017).

La baja disposición de capitales ha provocado un proceso de integración vertical, ya que las pequeñas y medianas empresas biotecnológicas no cuentan con los recursos necesarios para financiar y comercializar sus productos. Esto ha sido un signo distintivo de las tecnologías basadas en la vida, donde pequeñas o medianas empresas que desarrollan algún proceso o producto, logran en etapas iniciales ser financiadas a través de los fondos públicos o establecen procesos de vinculación con instituciones de educación superior o centros de investigación, y una vez que tienen un producto

con valor comercial, son compradas, integradas verticalmente o fusionadas. Además de ser una industria altamente concentrada, destaca que el capital de riesgo también lo es, ya que son cinco empresas las que dominan dicha actividad: *New Enterprise Associates*, *ARCH Venture Partners*, *Orbi Med Advisors*, *Versant Ventures* y *Osage University Partners* (ICEX, 2017).

En lo que respecta al comportamiento de la Bolsa de Valores en el sector biotecnológico, a pesar de contar con 460 empresas cotizadas, en 2016 se registró una caída interanual del 41%, ubicándose en 47 operaciones con valor de 2,100 millones de dólares y a esto se suma la dificultad de las empresas biotecnológicas por alcanzar una valoración superior a los 1,000 millones de dólares como resultado de los largos procesos que involucra llevar al mercado sus productos, además de los problemas regulatorios y la incertidumbre que presenta el proceso de cambio digital (EY, 2017). Cabe mencionar que las principales empresas receptoras de fondos de inversión en NASDAQ (2018) son: *Giles Sciences Inc.*, *Celgene Corp.*, *Biogen Inc.* y *Amgen Inc.*

Como se observa, la biotecnología está dominada por laboratorios farmacéuticos, tan sólo este segmento concentra 72% de los ingresos del sector frente a 13.4% de la agricultura, 6.3% de la industria en general y 4.2% de salud animal (ICEX, 2017). Dado que la industria se ha desacelerado en los últimos años, en lo que respecta al flujo de capitales y a la caída en la aprobación de medicamentos (51%), ha surgido una nueva estrategia focalizada en la generación de alianzas con compañías digitales, lo que implica recurrir al paradigma de las tecnologías de la información para revitalizar y abrir oportunidades de negocio.



### III. Capacidades tecnológicas y estrategias de competitividad de las empresas biotecnológicas mexicanas

Las capacidades tecnológicas han sido estudiadas de diversas maneras, para el caso de Latinoamérica los aportes de Katz (1987 y 1997) y en particular en el contexto mexicanos los estudios de Cimoli (2000); Dutrénit (2006, 2007); y Domínguez y Brown (2004), han planteado metodológicamente diversos acercamientos que van desde los estudios de caso a nivel empresa e industria, hasta la construcción de indicadores e índices tecnológicos. En este trabajo se retoma la taxonomía de Bell y Pavitt (1995) y se hace uso de algunos datos de la “Primera encuesta a empresas desarrolladoras de biotecnología en México”

Dada la ausencia de sistemas públicos de información que nos permitan analizar a las empresas biotecnológicas mexicanas, se usan además de la encuesta, diversos estudios de caso e información de trabajos previos que han retomado la encuesta mencionada para identificar una serie de características relevantes (Morales, Amaro y Stezano, 2019; Stezano y Oliver, *en prensa*; Morales y Díaz, *en prensa*; Morales y Chiapa, *en prensa*).

La matriz de capacidades tecnológicas que se presenta es retomada y modificada del trabajo de Dutrénit, *et al.* (2003) y los resultados se basan en la encuesta mencionada. Cabe mencionar que estos se encuentran a un nivel meramente descriptivo y se reconoce los limitantes de ello; sin embargo, sirven para cumplir con los objetivos planteados en este artículo.

La encuesta se compone de un total de 53 empresas identificadas como “desarrolladoras de biotecnología”. No existe discriminación por subsector ya que para fines de este trabajo no es relevante, pero se reconoce que puede

haber grandes diferencias entre ellos. Los resultados expuestos en la matriz son el promedio obtenido de la evaluación y análisis cualitativo de las respuestas. En ella se distingue las capacidades tecnológicas basadas en el grado de innovación, denominadas tecnológicas innovadoras. Además de tres niveles de acumulación, que se descomponen en: básicas, intermedias y avanzadas (Dutrénit, *et al* 2003). Dicha matriz clasifica seis funciones técnicas: 1) toma de decisiones y control; 2) preparación y ejecución de grandes proyectos de inversión; 3) centradas en procesos y organización de la producción; 4) centradas en el producto; 5) vinculación externa y 6) producción de bienes de capital.

El cuadro 1 presenta la matriz de capacidades tecnológicas para la industria biotecnológica mexicana. Los resultados se sintetizan de la siguiente manera: en las capacidades de inversión, el promedio de empresa biotecnológica mexicana tienen un nivel intermedio, tanto en la toma de decisiones y control como en la preparación y ejecución de los proyectos.

Las empresas son capaces de seleccionar tecnologías, administrar y darles seguimiento a los proyectos. En menor medida, hay capacidades avanzadas, sin embargo, hay algunos casos que muestran importantes habilidades para el diseño de procesos y desarrollo de I+D. En lo que respecta a la producción, la mayoría de las empresas encuestadas reportan capacidades de mejora en los procesos y productos, además de diseños incrementales en nuevos productos. Cabe mencionar que, si bien hay empresas con capacidades avanzadas en la producción, son muy pocas y son usualmente las empresas que se han tomado como estudios de caso ya que cuentan con características particulares que les han permitido lograr esto. Sin embargo, en términos del comportamiento del grupo, la mayoría reporta capacidades intermedias. En

las capacidades técnicas de apoyo, es interesante que en lo que respecta a capacidades en la vinculación externa, las empresas reportan capacidades avanzadas. Esto mantiene lógica con la tecnología, ya que como se explicó previamente, es una tecnología basada en la ciencia y dado que no en ocasiones las empresas no cuentan con capacidades científicas avanzadas,

por lo que es usual recurrir a vinculaciones con las instituciones de educación superior, centros de investigación y otras empresas. Finalmente, en la producción de bienes de capital, la mayoría de las empresas tiene capacidades básicas, ya que esto demanda altas inversiones dado el nivel de especialización de la tecnología, por lo tanto, las empresas usualmente recurren a la copia y adaptación de plantas y maquinarias.

**Cuadro 1.** *Matriz de capacidades tecnológicas para las empresas biotecnológicas mexicanas*

|             | Inversión   |   | Producción  |   | Funciones técnicas de apoyo  |   |
|-------------|---|---|---|---|--|---|
|             | Toma de decisiones y control  | Preparación y ejecución del proyecto  | Centrada en los procesos y organización de la producción  | Centrada en el producto   | Vinculación externa  | Producción de bienes de capital   |
| Básicas     | Supervisión activa y control de: estudios de factibilidad, selección de tecnología/proveedores, programación de actividades       | Estudios de factibilidad<br>Búsqueda de equipo estándar<br>Ingeniería básica  | Designación de grupos de trabajo para hacer pruebas y eliminación de fallas<br>Mejora del layout, programación y mantenimiento<br>Adaptaciones menores        | Adaptaciones menores a las necesidades del mercado y mejoras incrementales en la calidad del producto           | Búsqueda y absorción de información nueva de proveedores, clientes e instituciones locales                       | Copia de nuevos tipos de planta y maquinaria<br>Adaptación simple de diseños y especificaciones |
| Intermedias | Búsqueda, evaluación y selección de tecnología/proveedores<br>Negociación con proveedores<br>Administración del proyecto completo | Ingeniería de detalle<br>Adquisición de equipos<br>Estudios diversos<br>Administración y seguimiento del proyecto<br>Designación del grupo de trabajo<br>Capacitación y reclutamiento<br>Puesta en marcha | Mejora del proceso y estiramiento de capacidades de producción (stretching)<br>Licenciamiento de nueva tecnología<br>Introducción de cambios organizacionales | Licenciamiento de nueva tecnología de producto y/o ingeniería inversa<br>Diseño incremental de nuevos productos | Transferencia de tecnología a proveedores y clientes para incrementar eficiencia, calidad y abastecimiento local | Mejoras menores a partir de ingeniería inversa<br>Diseño original de planta y maquinaria        |
| Avanzadas   | Desarrollo de nuevos sistemas de producción y componentes   | Diseño de procesos y desarrollo de la I+D relacionada   | Innovaciones de proceso e I+D relacionada<br>Innovaciones radicales en la organización  | Innovación de producto y desarrollo de la I+D relacionada   | Colaboración en desarrollo tecnológico con proveedores, clientes y socios  | I+D orientada a establecer especificaciones y diseño de nuevas plantas y maquinaria             |

Modificaciones propias, basada en Dutrénit, *et al* (2003).

En síntesis, la matriz expresa niveles intermedios predominantes, sin embargo, se observa una diversidad significativa, y es por ello que se ha considerado pertinente retomar algunos de los estudios de caso, ya que esto permite identificar las estrategias empresariales que hay en el sector y que se pueden calificar como exitosas, ya que les han permitido a las empresas posicionarse competitivamente a diversos niveles.

De acuerdo con el trabajo de Morales, Amaro y Stezano (2019) existen diversas estrategias tecnológicas de las empresas biotecnológicas en México. Destaca que las empresas dedicadas a la salud humana han optado por una estrategia de desarrollo de productos innovadores de patente para mercados de nicho, lo que significa que se encargan de enfermedades de poca o nula importancia para los grandes laboratorios, dado el tamaño del mercado. En algunos casos, estas empresas han optado por aprovechar la oportunidad que brindan las patentes vencidas para así poder entrar al mercado de biosimilares. Esto tiene sus ventajas y desventajas porque en el caso de México la regulación y registros sanitarios para los biosimilares son tan estrictos como para los medicamentos de patente, lo que ha implicado grandes costos para estas empresas, además de que en algunos casos han enfrentado demandas por violación a los derechos de propiedad de algún gran laboratorio. A esta estrategia se le considera como de nicho de proceso y producto.

En lo que respecta al área de salud animal la estrategia ha sido desarrollar capacidades tecnológicas que permitan responder a las demandas y necesidades locales y/o regionales. Esto les ha permitido consolidarse como proveedores de salud animal en diversas áreas atacando enfermedades y padecimientos localizados, lo que indica una estrategia de nicho regional de producto.

En el sector agrícola el desarrollo de semillas lo monopolizan las empresas transnacionales, lo que junto con los límites regulatorios y la percepción social adversa al desarrollo y uso de las semillas transgénicas, ha dejado como opción principal para las empresas mexicanas dirigirse al mercado de los bio fertilizantes mejoradores de suelo, entre otros. Lo que respecta a la industria de los alimentos, las empresas biotecnológicas también han apostado al mercado de insumos para mercados especializados como los nutraceuticos o alimentos funcionales.

En términos generales las estrategias de las empresas mexicanas más exitosas se han centrado en buscar nichos olvidados por las grandes empresas multinacionales y responder así a necesidades locales o regionales. A nivel sectorial se identifican dos grandes estrategias, en el sector agrícola como proveedores de biofertilizantes y diversos tipos de mejoradores del suelo, donde no compiten con las empresas líderes de la mundial o bien se concentran en la proveeduría de insumos para el sector de alimentos, y de procesos, productos y servicios para el sector agrícola donde las empresas se han enfocado en demandas locales y regionales primordialmente. Mientras que en la farmacéutica se ha enfocado a enfermedades de poco interés para las empresas y/o laboratorios líderes, por lo que las empresas mexicanas decidieron enfocarse en los biocomparables de primera o segunda generación. En ambos sectores destaca que se han concentrado en la estrategia de nicho y mercados olvidados o de poco interés para los líderes mundiales biotecnológicos.

## Conclusiones

Existen diversas estrategias que consideramos pueden ser viables. La primera de ellas se basa en lo que Lavarello, Gutman y Szulwark

(2018) han denominado imitación creativa, la cual está dirigida sobre todo al sector farmacéutico y tiene dos vertientes; por un lado, la generación de biosimilares de primera generación lo que implica cuatro etapas: desarrollo, desarrollo analítico, manufactura y comercialización, con requerimientos financieros promedio de 10 a 20 millones de dólares y de 2 a 5 años para la obtención de resultados. Este tipo de mercados tiene ventajas y desventajas ya que a pesar de que la inversión requerida es la más baja, para los estándares de las pequeñas y medianas empresas nacionales son montos financieros altos. Además de que sería una estrategia prácticamente dirigida al mercado nacional ya que internacionalmente este tipo de medicamentos está ya comodotizado y la competencia es muy demandante. Sin embargo, podría convertirse en una estrategia de mediano y largo plazo que ayude a la creación de capacidades tecnológicas competitivas que les permita secuencialmente avanzar hacia los biosimilares de segunda generación, los cuales requieren mayores inversiones, entre 40 a 100 millones de dólares y de 7 a 8 años desde el desarrollo hasta la comercialización (Lavarello, 2018).

En el caso particular de México esto debería alinearse con una estrategia nacional que revise los términos de la protección intelectual de las patentes, la no contradicción con los términos de intercambio planteados en el United States-Mexico-Canada Agreement, (T-MEC por sus siglas en inglés) y toda la regulación de bio-comparables mexicana. Lo que implica no solamente un esfuerzo individual de las empresas, en términos tecnológicos y financieros, sino institucional.

Otra opción es concentrarse en las nichos y mercados olvidados, como ha sido hasta ahora y apostar por llegar a mercados locales y regionales. Esto es viable y puede ser también parte de una estrategia mejor organizada donde se

exploren nuevos mercados o bien se opte por cierta diversificación partiendo de la base de conocimiento y tecnología desarrollada. Una estrategia más comprende la búsqueda de sustitución de importaciones tecnológicas, lo que significa especializarse en insumos de alto valor tecnológico para otros tipos de industrias.

Como se puede observar, no hay una única estrategia, ya que el sector industrial es determinante en el tipo de acciones que pueden emprender las empresas, además de las condiciones institucionales y requerimientos de mercado, sin embargo, dado el nivel de capacidades tecnológicas, pueden desarrollarse estrategias complementarias más que excluyentes. 🌐

## Bibliografía

- Amaro M. y J.M. Natera (en prensa) Technological capabilities accumulation and internationalization strategies of Mexican biotech firms. *Economics of Innovation and New Technology*.
- Amaro M. y Sandoval S. (2019) Industria biotecnológica, concentración y oportunidades para las empresas mexicanas en el panorama mundial de encadenamientos productivos. En Morales M.A. y Amaro M. (coord.) *La Biotecnología en México. Innovación tecnológica, estrategias competitivas y contexto institucional*. Facultad de Economía UNAM.
- Barnett, W.P. y Sorenson, O. (2002) The red queen in organizational creation and development, *Industrial and Corporate Change*, Vol. 11, No. 2, pp. 289–325.
- Barney, J.B. (1986) Strategic factor markets: Expectations, luck and business strategy, *Management Science*, nº 32, pp. 1231-1241.
- Barney, J.B. (1991) Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17, pp. 99-120.
- Bell, M. R., y K. Pavitt. (1995). The Development of Technological Capabilities. In *Technology and International Competitiveness*, ed. I.U. Haque, Trade. Washington, DC: The World Bank

- Cimoli, M. (2000). *Developing Innovation Systems: Mexico in a Global Context*. Londres, Continuum
- Chatterjee, S. (1998) Delivered desired outcomes efficiently: the creative key to competitive strategy, *California Management Review*, vol. 40, no. 2, pp. 78-95.
- D'Aveni, R.A. (1994) Hypercompetition: Managing the Dynamics of Strategic Maneuvering, Free Press, New York.
- D'Aveni, R.A., Dagnino, G.B. and Smith, K.G. (2010) The age of temporary advantage, *Strategic Management Journal*, Vol. 31, No. 13, pp.1371-1385.
- Dahlman, C., B. Ross-Larson and L.E. Westphal. (1987) Managing technological development: lessons from newly industrializing countries. *World Development* 15: 759-775
- Domínguez, L., and F. Brown. (2004). Medición de las Capacidades Tecnológicas en la Industria Mexicana. *Revista de la CEPAL*, no. 83: 133-151. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/10969>
- Dosi, G. (1988). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, 1120-1171.
- Dutrénit G., A.O. Vera-Cruz and A. Arias. (2003) Diferencias en el perfil de acumulación de capacidades tecnológicas en tres empresas mexicanas. *El Trimestre Económico*. Tomo 70 No. 277: 109-165
- Dutrénit, G. (2006). *Acumulación de capacidades tecnológicas en subsidiarias de empresas globales en México: el caso de la industria maquiladora de exportación*. Miguel Ángel Porrúa.
- Dutrénit G. (2007) The transition from building-up innovative technological capabilities to leadership by latecomer firms, *Asian Journal of Technology Innovation*, 15:2, 125- 149, DOI: 10.1080/19761597.2007.9668640
- Echols, A. y W. Tasi, (2005) Niche and performance: the moderating role of network embeddedness, *Strategic Management Journal*, vol. 26, no. 3, pp. 219-238
- EY. (2017). Biotechnology Report 2017: Beyond Borders, Staying Course. Reporte disponible en: [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-biotechnology-report-2017-beyond-borders-staying-the-course/\\$FILE/ey-biotechnology-report-2017-beyond-borders-staying-the-course.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-biotechnology-report-2017-beyond-borders-staying-the-course/$FILE/ey-biotechnology-report-2017-beyond-borders-staying-the-course.pdf)
- Festel, G. (2011) Founding angels as early stage investment model to foster biotechnology start-ups. *Journal of Commercial Biotechnology* (2011) 17, 165 – 171. doi: 10.1057/jcb.2011.
- Gutman, G. E., y Lavarello, P. J. (2014). *Biotecnología industrial. Estrategias empresariales frente al nuevo paradigma*, CEUR-CONICET y Letra Prima. Argentina.
- Grant, R. (1996) Toward a knowledge-based theory of the firm, *Strategic Management Journal*, Winter Special Issue, Vol. 17, pp. 109-122.
- Helfat, C.E. (1997) Know-how and asset complementarity and dynamic capabilities accumulation: the case of R&D, *Strategic Management Journal*, Vol. 18, No. 5, pp. 339-360.
- Helfat, C.E., Finkelstein, S., Mitchell, W., Peteraf, M.A., Singh, H., Teece, D.J. and Winter, S.G. (2007) *Dynamic Capabilities: Understanding Strategic Change in Organizations*, Blackwell Publishing, Malden/Oxford/Victoria.
- Katz, J. (1987) *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industry*. London: Macmillan.
- Katz, J. (1997) *Apertura económica y desregulación en el mercado de medicamentos*. CEPAL
- Kogut, B. y Zander, U. (1993) Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation. *Journal of International Business Studies*, vol. 24, nº 4, pp. 625-645.
- Katz, J. 1987. *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industry*. London: Macmillan.
- Lavarello, P. (2018). Financiarización, promesas (latentes) de la biotecnología y nuevas barreras a la entrada: algunas lecciones para los países semi industrializados (dossier). Lavarello, P., G. Gutman y S. Sztulwark (2018) *Explorando el camino de la imitación creativa: La industria biofarmacéutica argentina en los 2000*. CEUR CONICET. Argentina



- Lugones, G., Gutti, P., y Le Clech, N. (2007). *Indicadores de capacidades tecnológicas en América Latina*. CEPAL.
- ICEX (2016) El mercado de la biotecnología en Estados Unidos. Estudios de mercado. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Chicago
- ICEX (2017) El mercado de la biotecnología en Estados Unidos. Estudios de mercado. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Chicago
- Penrose, E. T. (1959) *The theory of the growth of the firm*. Ed. Oxford:Blackwell.
- Peteraf, M.A. (1993) "The cornerstone of competitive advantage: a resource-based view", *Strategic Management Journal*, Vol. 14, No. 3, pp. 179–191.
- Porter M. (1991) *La ventaja competitiva de las naciones*. Plaza & Janes Editores. España
- Prahalad, C.K. and Hamel, G. (1990) "The core competence of the corporation", *Harvard Business Review*, Vol. 68, No. 3, pp.79–91.
- Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología (2000)
- Rumelt, R.P. (1987) "Theory, strategy and entrepreneurship". In *The Competitive Challenge*. Ed. David J. Teece. New York: Harper & Row, 137-158.
- Morales, MA. y Chiapa A. en prensa. Análisis de las capacidades tecnológicas en el sector de la biotecnología en México. Mendoza G.(coord.) *Cambio técnico y crecimiento económico en el capitalismo neoliberal*. Facultad de Economía UNAM.
- Morales, M.A. y H. Díaz. 2019. Determinantes de las capacidades de innovación en el sector biotecnológico en México. *Revista Investigación Económica* 78, no 307: 90-118.
- Morales, M.A., M. Amaro y F. Stezano. 2019. Tendencias tecnológicas en el sector biotecnológico: análisis de patentes en México y Estados Unidos. *Revista Economía Teoría y Práctica*, no. 49.
- Nelson, R.R. and Winter, S.G. (1982) *An Evolutionary Theory of Economic Behavior and Capabilities*, Harvard University Press, Cambridge.
- Stezano F. y Oliver R. (2019) Capacidades y desempeño de innovación en empresas biotecnológicas de México. Morales M.A. y Amaro M. coord. *La Biotecnología en México. Innovación tecnológica, estrategias competitivas y contexto institucional*. Facultad de Economía UNAM
- Teece, D.J. (1986) "Profiting from technological innovation". *Research Policy*, vol. 15, pp. 285-306.
- Teece, D.J., Pisano, G. and Shuen, A. (1997) "Dynamic capabilities and strategic management", *Strategic Management Journal*, Vol. 18, No. 7, pp. 509–533.
- Trejo, S. (2010) Situación de la biotecnología en el mundo, Secretaría de Economía, Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología en la Pequeña y Mediana Empresa y Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (Tlaxcala) del Instituto Politécnico Nacional. México.
- Wernerfelt, B. (1984) "A resource-based view of the firm". *Strategic Management Journal*, 16, pp. 171-180.
- Yan, G. Xinmin Peng, Ruyan Hong and Haibo Zhang. (2008). Matching niche strategy and technology capability of latecomer firms: A case study, 2008 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Singapore, 2008, pp. 925-929. doi: 10.1109/IEEM.2008.4738005