

REVISTA ELECTRÓNICA TRIMESTRAL
VOL. 10. NÚM. 1 (2026)

ISSN: 2594-0937

DEBATES SOBRE INNOVACIÓN

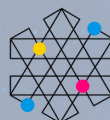
MEMORIAS ACADEMIA - DOCTORADO Y
SEMINARIO LALICS (RIO DE JANEIRO, 2025)
(VOLUMEN 1)



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Unidad Xochimilco



DMEGI

DEBATES SOBRE INNOVACIÓN. Volumen 10, Número 1, enero-marzo 2026, es una publicación trimestral de la Universidad Autónoma Metropolitana a través de la Unidad Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Departamento de Producción Económica. Prolongación Canal de Miramontes 3855, Col. Ex-Hacienda San Juande Dios, Alcaldía Tlalpan, C.P.14387, Ciudad de México y Calzada del Hueso 1100, Col.Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán, C.P.04960, Ciudad de México. Teléfono 55 54837200, ext.7279. Página electrónica de la revista <https://revistadebates.xoc.uam.mx/index.php/debinnovacion/issue/view/17> y dirección electrónica: noticiaslalics@gmail.com Editor responsable: Dra. Gabriela Dutrénit Bielous. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo de Título **No. 04-2022-101113015800-102. ISSN 2594-0937**, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Dra. Maribel García Barrientos y Dr. Guillermo Andrés Alpízar, Departamento de Producción Económica, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Unidad Xochimilco. Calzada del Hueso 1100, Col.Villa Quietud, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04960, Ciudad de México. Fecha de última modificación: 17 de agosto de 2026. Tamaño del archivo: 3.5 MB Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de la Universidad Autónoma Metropolitana.

6. Colaboración pública en sectores intensivos en conocimiento: propuesta metodológica aplicada a la biotecnologías cubana y mexicana

Alexander González-Seijo
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México
E-mail: asesorcubano@gmail.com

Juan Manuel Corona Alcántar
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México
E-mail: jmcorona@correo.xoc.uam.mx

Mario Cimoli
Universidad de Santa Anna, Italia
E-mail: mariocimoli@outlook.com

Daniel Villavicencio Carbajal
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México
E-mail: dvillavic@correo.xoc.uam.mx

Héctor Rodríguez
Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México
E-mail: hdiaz@correo.xoc.uam.mx

Ana Cristina Baute-Abreu
Universidad Central de Las Villas, Cuba
E-mail: annybauteabreu97@gmail.com

1. Introducción

En América Latina y el Caribe (ALC), el sector público concentra el 79% de los investigadores de tiempo completo, frente al 18.9% del sector empresarial (RICYT, 2024). Esta proporción modifica el diagnóstico habitual sobre innovación en la región: el reto no es solo vincular la universidad a la empresa privada, sino revitalizar los enlaces entre gobierno, comunidad científica y sector productivo de carácter público. El sector público comparte incentivos, marcos regulatorios y objetivos de política nacional, que facilitan sinergias entre sus integrantes. En México el 92% de los especialistas registrados en el Sistema Nacional de Investigadores e Investigadoras (SNII) están adscritos a instituciones públicas (SECIHTI, 2026), y en Cuba el 100%.

Este reporte presenta una metodología creada para que gobiernos, organizaciones públicas de innovación (OPI) y universidades puedan diagnosticar las redes de colaboración en Sectores Intensivos en Conocimiento (SIC). Como resultado se facilita el diseño de estrategias basadas en evidencias medibles, complementadas con análisis interpretativos de actores claves del sector.

La propuesta no descarta los marcos de vinculación tradicionales (Dutrénit y De Fuentes, 2012; Etzkowitz y Leydesdorff, 1995), pero los amplía. Mantiene el rol central del estado en las inversiones de alto riesgo en I+D (Mazzucato, 2023), ofreciendo una ruta alternativa al estudio de

la colaboración más allá de los diagnósticos bibliométricos y patentométricos, poco adaptados a la realidad de ALC.

El reporte muestra el rol de la colaboración en el desarrollo de la biotecnología en el sector público de la economía, y expone la metodología para su diagnóstico. Las preguntas que lo motivan son: ¿Cuál ruta metodológica facilita un panorama integral de los mecanismos de colaboración en SIC como la biotecnología? ¿Qué instrumentos de investigación deben aplicarse en cada fase metodológica acorde a los públicos a los que van dirigidos? Como objetivo general se propone: examinar una metodología por fases que permita la evaluación integral de los mecanismos de colaboración en SIC como la biotecnología.

Este artículo se estructura en cinco partes: la revisión y exposición de los principios teóricos, apuntes sobre los contextos de aplicación, la metodología general utilizada, los resultados de la aplicación a Cuba, México y un estado de México de la metodología, y por último las reflexiones finales para la generalización de resultados.

2. Análisis teórico a los modelos convencionales

En las últimas décadas, el enfoque teórico-metodológico ha priorizado la vinculación universidad-empresa, descuidando los enlaces en el sector público. Esto limita el análisis de la colaboración en I+D debido, entre otros, a: los modelos teóricos importados de otras regiones, admisión de los espacios de comunicación como espontáneos y eventuales, uso de las patentes y publicaciones de alto impacto como medida de la colaboración, sobrevaloración de la comunicación informal sin evidencia de su impacto, canales de información fragmentados, financiamiento enfocado a capacidades individuales y no a enlaces estratégicos, débil cultura emprendedora académica, escasa coordinación entre actores públicos y un tejido empresarial público insuficiente para completar ciclos de I+D (González-Seijo; Corona, Cimoli y Villavicencio, 2026a).

El escenario explica por qué los estudios de caso exitosos en la región suelen leerse como anécdotas difíciles de replicar: falta una ruta práctica y “tropicalizada” que permita evaluar y gestionar la colaboración de forma integral. A esto se suma una confusión conceptual persistente entre “información” y “comunicación” en buena parte de la literatura sobre vinculación en ALC (Pérez, 1999; De Fuentes y cols., 2017). Esto dificulta el consenso entre especialistas y termina afectando tanto el diseño de políticas nacionales como la evaluación de redes de colaboración existentes.

Este estudio parte del modelo de “triple hélice” (Etzkowitz y Leydesdorff, 1995), que describe la innovación como resultado de la interacción entre gobierno, empresa y universidad. Tres décadas después, los propios límites entre esos actores se han vuelto borrosos: el gobierno impulsa investigación como parte de sus programas de desarrollo, y el sector productivo (público y privado) la incorpora como una ventaja competitiva.

Se propone un enfoque “holístico” de la triple hélice que propone un sistema donde los roles se intercambian constantemente y el comportamiento del conjunto solo se explica por sus interacciones, no por sus partes aisladas. Esta mirada elimina las “barreras formales” entre gobierno, universidad y empresa para enfocarse en algo más útil para la gestión: los mecanismos

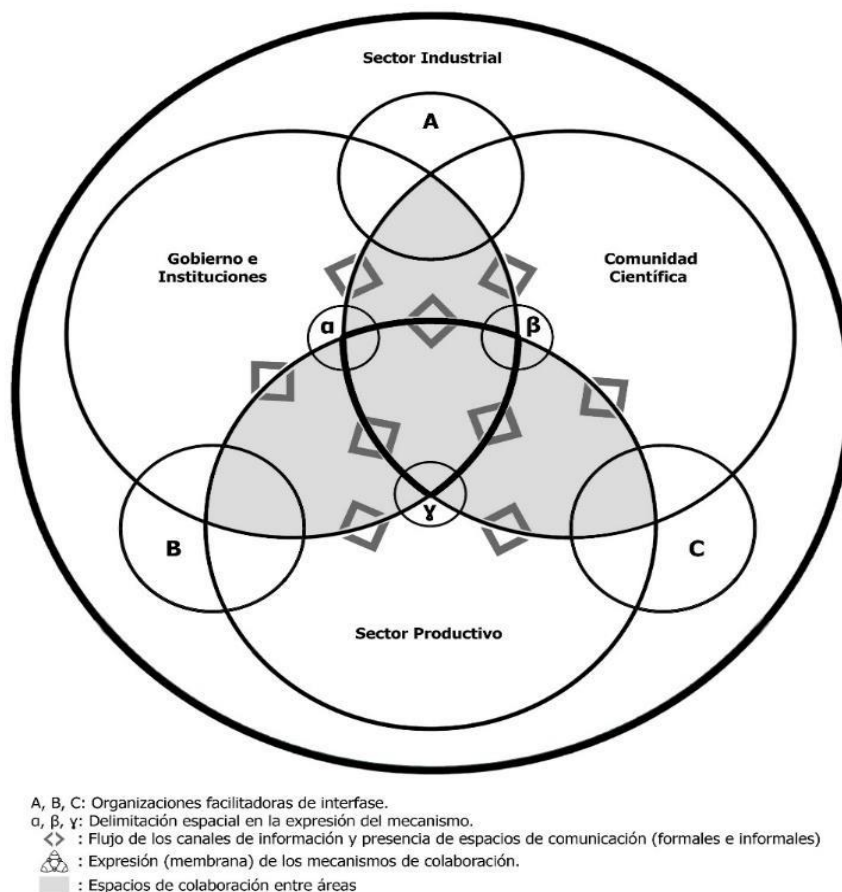
concretos que hacen posible la colaboración entre la comunidad científica, el gobierno y el sector productivo.

Esta propuesta identifica seis mecanismos de colaboración cuyo estudio es recurrentemente fragmentado, y consideran los siguientes indicadores:

- Formación: programas de formación de pregrado y posgrado, sistema de categorización docente, mentorías y otros programas coordinados entre instituciones.
- Investigación conjunta: evalúa la madurez científica de una especialidad, las capacidades territoriales, publicaciones, patentes, proyectos conjuntos y la vinculación.
- Recursos financieros: incentivos financieros a la colaboración y fuentes de fondeo.
- Recursos tecnológicos e infraestructura compartida: acceso compartido a infraestructura, instalaciones, laboratorios, equipamiento e insumos.
- Coordinación: estructuras institucionales, canales de información y espacios de comunicación multilaterales.
- Gobierno e instituciones: incentivos gubernamentales, políticas públicas y marco regulatorio del sector.

Cada mecanismo se despliega dentro de un territorio determinado (clústeres, región, sistema sectorial o nacional de innovación), pues se considera que la proximidad geográfica facilita los procesos de comunicación e información entre organizaciones e individuos y, con ello, la colaboración (Katz, 1993). Para un administrador público, esto tiene una implicación directa: no basta con financiar investigación; hay que gestionar deliberadamente los canales de coordinación y los incentivos institucionales, porque la colaboración no surge espontáneamente entre organizaciones públicas y público-privadas. La propuesta reformula el alcance de los actores, considerando las rutinas de producción científica más recientes y las amplias posibilidades que abren las tecnologías de la información y la comunicación de la mano de la inteligencia artificial (Ver *Figura 1*).

Figura 1. Expresión de los mecanismos de colaboración en sistemas sectoriales de innovación.



Fuente: Elaborado a partir de Etkowitz y cols. (1995) y Cai (2022).

De este marco se derivan tres premisas del estudio, útiles como brújula para quien diseña la política científica, administra una OPI o universidad, o se desempeñan como líderes científicos. En primer lugar, un enfoque holístico facilita el estudio de sectores públicos intensivos en conocimiento al centrarse en redes reales, no en límites formales. En segundo lugar, la naturaleza pública de las OPI no garantiza colaboración espontánea: requiere acciones deliberadas a nivel institucional. Por último, una metodología replicable permite diagnosticar, gestionar y evaluar estos mecanismos, superando las limitaciones de las herramientas bibliométricas tradicionales.

Biotechnología latinoamericana: los casos de Cuba y México.

La biotecnología es uno de los sectores que más ha despuntado en las últimas décadas en ALC: economías grandes como Argentina, México, Brasil, Colombia y Chile muestran avances notables (Amoretti, 2023), acompañados de iniciativas de base privada en países como Paraguay, Uruguay y Ecuador. Otro de los casos de éxito menos visibilizados en la región es la biotecnología cubana.

Mientras la biotecnología avanza desigualmente en la región, Cuba destaca como una excepción: un sector industrial, exportador e innovador construido desde la inversión pública, incluso en

medio de la contracción económica del país (Lage, 2012). La combinación de financiamiento estatal, capital humano calificado y un entorno regulatorio que premia la autonomía financiera y la orientación exportadora convirtió a la biotecnología en el segundo renglón exportador cubano (Pérez Villanueva, 2021). Pero el caso cubano combina dos rutas diferenciadas: el subsector biofarmacéutico logró altos niveles de vinculación e integración industrial gracias a las exigencias regulatorias necesarias para la exportación. En tanto, la biotecnología vegetal, quedó mayormente anclada a las universidades y no logró escalar su producción industrial asociada al sector productivo.

El estado actual de la biotecnología en México se define como un sistema de innovación incipiente y desarticulado (Amaro y Morales, 2016). Pese a contar con capacidades científicas de alta calidad y recursos humanos altamente competitivos a nivel internacional, persiste una baja conectividad con el sector industrial (Amaro y Morales, 2016). La propiedad intelectual se concentra mayoritariamente en el sector público, donde las universidades y centros de investigación poseen el 67% de las patentes mexicanas ante el IMPI (Gobierno de México, 2026a). Por su parte, las empresas nacionales (principalmente PyMEs) muestran capacidades innovadoras limitadas (15% del registro de patentes ante el IMPI en 2025) y enfocadas mayoritariamente en la adaptación tecnológica y la mejora de procesos (Gobierno de México, 2026; Amaro y Morales, 2016).

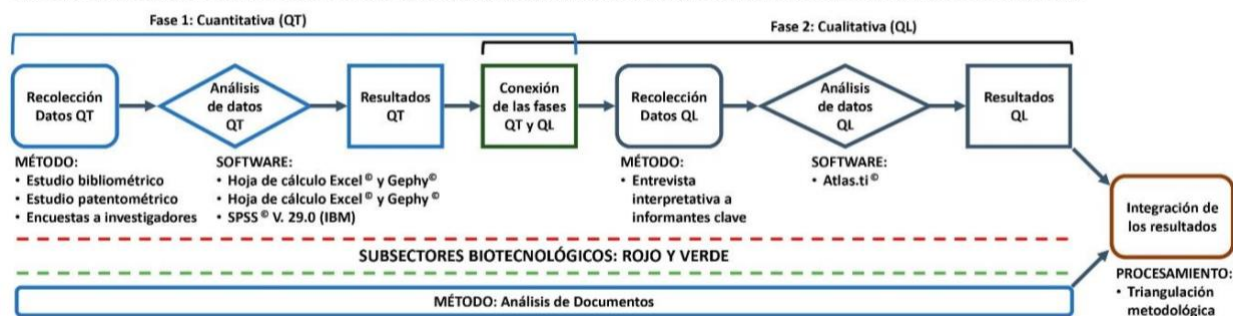
En materia de colaboración en I+D, existen barreras críticas como la excesiva burocracia en convenios, la falta de claridad en temas de propiedad intelectual y un desconocimiento mutuo sobre las capacidades de cada sector (Amaro y cols., 2009; Amaro y Morales, 2016). Finalmente, la ausencia de instrumentos financieros especializados genera un vacío institucional que impide al conocimiento científico traducirse efectivamente en un motor de desarrollo económico y social. No obstante, las nuevas políticas gubernamentales explicitan en el “Plan México” el impulso del sector biotecnológico (Gobierno de México, 2026b).

3. La ruta metodológica: cómo se diagnostica la colaboración en la práctica

El estudio propone una ruta metodológica replicable, pensada explícitamente para adaptarse a diversos contextos y sectores intensivos en conocimiento. Se trata de un diseño mixto secuencial explicativo compuesto por dos fases (Van de Ven, 1992; Ivankova y cols., 2006): primero una fase cuantitativa apoyada en bibliometría y cálculos matemáticos, cuyos resultados informan a una segunda fase cualitativa que profundiza en la interpretación del fenómeno mediante entrevistas (Pluye y cols., 2020).

Figura 2. Esquema del marco metodológico.

ENFOQUE MIXTO: DIVIDIDO EN DOS FASES SECUENCIALES (CUANTITATIVA Y CUALITATIVA), COMPLEMENTADAS CON ANÁLISIS DOCUMENTALES



Fuente: Elaboración propia.

El punto de partida es el análisis de redes, una metodología utilizada para comprender las estructuras, relaciones e interacciones entre actores de sistemas complejos. Se contempla su evolución al estudio de capacidades territoriales, que facilitan la formulación de estrategias y políticas científicas encaminadas a aumentar las colaboraciones en I+D en el sector público.

La fase cuantitativa combina dos instrumentos. Primero, un análisis cienciométrico de redes de colaboración, construido a partir de publicaciones en bases como OpenAlex y Scopus, que pueden ser contemplados con revistas y repositorios nacionales de menos impacto científico (paso indispensable en contextos donde buena parte de la producción científica no está indexada internacionalmente). Sobre esa red se calculan indicadores como el índice de colaboración, el grado promedio de la red, la centralidad de grado y la radialidad, que son procesados utilizando los programas Excel y Gephi para su visualización. En segundo lugar, una encuesta a investigadores, aplicada a especialistas con producción científica en los últimos diez años. La encuesta revela formas, alcance, motivaciones, limitaciones y oportunidades de colaboración. Debe ser validada para cada región antes de su aplicación a una muestra representativa.

La ampliación del estudio considera el cálculo del potencial biotecnológico y la madurez científica de especialidades en un territorio, a partir del análisis de las capacidades del capital humano en un sector determinado. En estos casos debe seleccionarse, con el apoyo de la inteligencia artificial, las especialidades que tributan con diferente grado de relevancia a la I+D en un sector determinado (González-Seijo y cols., 2026b).

La fase cualitativa recurre a entrevistas semiestructuradas interpretativas con actores clave, seleccionados no por representatividad estadística sino por su poder informativo: experiencia académica, antigüedad institucional, dirección de proyectos y participación en cooperación (Malterud y cols., 2016). Los resultados de la centralidad de grado en la fase cuantitativa identifican qué organizaciones son nodos dominantes de la red y, por tanto, dónde buscar a esos informantes clave. Con ambas fases integradas, los resultados se filtran por organización, territorio, sector o nación, lo que permite enfocar el diagnóstico en la unidad de análisis objeto de gestión.

4. De la fragmentación al análisis integral de los resultados

Los resultados se dividen en tres escenarios de aplicación: el primero estudia las redes de colaboración científicas en la biotecnología universitaria cubana, el segundo profundiza en las capacidades nacionales de México en el sector biotecnológico, y por último se muestran resultados preliminares de la aplicación a un estado de México.

Redes científicas en la biotecnología universitaria cubana

El estudio de la biotecnología universitaria cubana analiza cinco OPI adscritas al Ministerio de Educación Superior, a través de los seis mecanismos de colaboración. El mecanismo de formación registra ofertas de postgrado en todas las OPI, pero se carece de incentivos económicos y condiciones logísticas para incorporar especialistas de otros territorios. Por otra parte, la universidad conserva el monopolio institucional sobre la certificación de estudios de posgrado. En cuanto a recursos tecnológicos compartidos la colaboración es escasa: está más orientada a estancias en el extranjero que suplan las necesidades en infraestructura y equipamiento. No existen plataformas que compartan las capacidades en infraestructura, instalaciones, laboratorios, equipamiento o insumos de las OPI, de modo que se facilite la colaboración.

El acceso a los mecanismos de financiamiento es competitivo y exige alianzas, pero los incentivos disponibles favorecen proyectos internacionales sobre los nacionales. A ello se suma que los recursos son muy escasos y aún no se aprecia una voluntad empresarial por introducir resultados, incluso en el incipiente sector privado. La coordinación muestra estructuras formales de encuentro, pero con canales de información poco funcionales y escaso seguimiento sectorial y territorial. El gobierno y las instituciones han aumentado la flexibilidad y autonomía exportadora, aunque el marco legal (1998-2025) es fragmentado, de baja jerarquía y centrado en el control interno más que en la vinculación productiva. Al cierre de este artículo el gobierno ha decidido disolver y reorganizar las funciones del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), lo cual debe ser objeto de un análisis posterior sobre el impacto de la decisión en la política científica del país. Por último, el análisis bibliométrico de la colaboración en investigación, revela enlaces concentrados territorialmente, dominados por pocos nodos, sin actores puente que integren a las cinco OPI ni conexión eficaz con el sector biofarmacéutico empresarial, de mucho mayor desarrollo (Ver Fig. 3).

Figura 3. Colaboración de las OPI biotecnológicas universitarias con centros nacionales (2000-2024)

Figura 4. Índice de Potencial Biotecnológico del Capital Humano en el sector público de México



Fuente: Elaboración propia a partir de SECIHTI (2026)

La Ciudad de México destaca como núcleo central, con 22.7% de las capacidades totales de la nación y 28.7% de los especialistas de mayor relevancia. El estudio identificó capacidades territoriales con altos potenciales de colaboración entre estados colindantes que pueden ser aprovechados por las OPI, el gobierno y otras instituciones públicas.

El análisis integral concluye que la alta concentración territorial del capital humano limita el desarrollo de políticas equitativas y desaprovecha capacidades en estados rezagados. Ante ello, se propone una política orientada por misiones, escalonada en corto y largo plazo. En el corto plazo se puede fortalecer la colaboración institucional, evitar duplicar infraestructura y crear bases de datos nacionales de las diferentes capacidades. En el largo plazo, reformar incentivos hacia la colaboración grupal, ampliar el SNII con perfiles estratégicos y desarrollar un marco legal que facilite la vinculación en el sector público (fundamentalmente en actividades de I+D), todo enmarcado en el Plan México.

Madurez científica de las especialidades biotecnológicas

Un análisis preliminar de un estado mexicano⁴ muestra que posee el 43% de las especialidades registradas a nivel nacional para emprender I+D en el sector biotecnológico (González-Seijo y cols., 2026b), sin embargo, solo seis de las especialidades demuestran un completamiento de su madurez científica, registrando al menos un investigador en los diferentes niveles del SNII (Ver Tabla 1). El cálculo de los Índices de Madurez Científica en cada especialidad mostró escenarios muy adversos ante la posibilidad de desarrollar proyectos en el sector biotecnológico, que ocupan entre 10 y 15 años de trabajo de equipos multidisciplinarios. Este escenario debe ser atendido con urgencia por hacedores de políticas científicas y autoridades universitarias del Estado.

Tabla 1: Ciclo de completamiento de las especialidades biotecnológicas presentes en un Estado de México.

Nivel	Total especialidades SNII	Especialidades del SNII en el estado	Número de Especialistas	Especialidades con ciclo completo
Nivel 1: Núcleo Crítico de la Biotecnología	17	9	73	2
Nivel 2: Muy Alto-Aplicaciones Biotecnológicas	27	13	54	0
Nivel 3: Alto-Soporte Directo a la Biotecnología	47	17	58	1
Nivel 4: Moderado-Alto-Ciencias Habilitadoras	43	20	89	2
Nivel 5: Moderado-Apoyo Contextual a la Biotecnología	39	16	34	1
TOTALES	173	75	308	9

Fuente: Elaboración propia a partir de SECIHTI (2026).

5. Reflexiones finales

El desarrollo innovador en ALC es difícil de sostener sin evaluar antes las capacidades en sectores estratégicos, sobre todo en los de mayor intensidad de conocimiento. Por eso resulta imprescindible construir un consenso práctico-metodológico para analizar los mecanismos de colaboración y su expresión en las redes científicas sectoriales. Ese lenguaje común permitirá fortalecer las capacidades nacionales, en vez de dispersarlas en esfuerzos aislados que la región no puede permitirse.

Ante el papel limitado del Estado en el financiamiento de la I+D en ALC, fortalecer los enlaces dentro del sector público puede ser la ruta más rápida y de menor riesgo para dinamizar la colaboración entre la comunidad científica y con la empresa pública. Entre los obstáculos más recurrentes cuentan: la resistencia académica a colaborar con la industria, la atención teórica

⁴ Un estudio reciente exploró las capacidades públicas y privadas (en Instituciones de Educación Superior) combinadas. El ajuste obedeció a una solicitud del gobierno estatal, motivada por un factor cultural relevante: los habitantes muestran una alta propensión al emprendimiento, característica que condiciona su forma de vincularse con la actividad productiva y científica.

desproporcionada a la vinculación público-privada, y la escasa iniciativa gubernamental para crear incentivos y marcos regulatorios adecuados.

El caso cubano muestra que un sector público coordinado puede sostener una industria innovadora y exportadora con recursos limitados, pero la ausencia de mecanismos deliberados de colaboración (como ocurrió en la biotecnología vegetal frente a la biofarmacéutica) puede frenar el escalamiento productivo en la investigación de frontera. Compartir información y coordinar espacios de diálogo entre organizaciones públicas del sector no requiere grandes despliegues de recursos, y puede ser la palanca más eficaz para gobiernos y administradores de la ciencia.

Por otro lado, el territorio mexicano cuenta con un capital humano amplio para el desarrollo biotecnológico, aunque desigualmente repartido en la nación y concentrado en regiones específicas. Las entrevistas demostraron que el financiamiento es el principal motor impulsor de la colaboración en I+D, no obstante, pueden impulsarse políticas estatales que generen incentivos de bajo costo fiscal y favorezcan la vinculación pública. Los resultados en uno de los estados de México muestran que pueden crearse canales de información para compartir capacidades de interés común, y promocionar espacios de diálogo coordinados institucionalmente. También se apreció que el sector público necesita de un marco legal-regulatorio que favorezca la colaboración y proteja a las partes implicadas.

Independientemente de las estrategias y políticas que se puedan implementar, los autores sugieren profundizar en los casos de éxito de la “*mexican way of science (mexwos)*” para introducir nuevas prácticas que permitan salvar barreras culturales, institucionales y regulatorias en la implementación exitosa de programas de colaboración pública en I+D.

AGRADECIMIENTOS

La investigación fue posible gracias al financiamiento de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), y al apoyo del Programa Doctoral en Economía y Gestión de la Innovación de la UAM-Xochimilco. Los autores agradecen a los especialistas Dr. Simón Pérez-Martínez (Universidad Estatal de Milagro, Ecuador), Dra. Marisol Freire Seijo (Instituto de Biotecnología de las Plantas, Cuba) y Mtra. Emma Carlo (I2T2-PIIT, México), Mtra Ana Janset Pedroso Aparicio (Doctorante-CIDE-México).

Referencias

- Amaro, M., Corona, J. M., y Soria, M. (2009). Incentivos y colaboraciones universidad-empresa: Un estudio en el sector biotecnológico mexicano. En A. Martínez et al. (Coords.), *Innovación y competitividad en la sociedad del conocimiento* (pp. 371–396). Plaza y Valdés. <https://repositorio.esocite.la/284/>
- Amaro, M., y Morales, M. A. (2016). Sistema sectorial de innovación biotecnológica en México: Análisis y caracterización de sus principales componentes. *Redes: Revista de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*, 22(42), 13–40. https://repositorio.esocite.la/275/1/Redes_42_-_SISTEMA_SECTORIAL_DE_INNOVACI.pdf
- Amaro, M., y Robles, E. (2013). Producción del conocimiento científico y patrones de colaboración en la biotecnología mexicana. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 1(2), 183–195.

- Amaro, M., y Villavicencio, D. (2015). Incentivos a la innovación de la biotecnología agrícola-alimentaria en México. *Estudios Sociales*, 23(45), 35–62. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572015000100002
- Amoretti, L. (2023). La industria biofarmacéutica de Argentina y Brasil en el siglo XXI. *Ciencia, Tecnología y Política*, 6(10), 1–9. <https://revistas.unlp.edu.ar/CTyP/article/view/15025/14143>
- Cai, Y. (2022). Modelo de triple hélice de los ecosistemas de innovación: Integración de modelos de triple, cuádruple y quintuple hélice. *Triple Helix*, 9(1), 76–106. <https://doi.org/10.1163/21971927-bja10029>
- De Fuentes, C., Dutrénit, G., y Torres, A. (2017). Canales de interacción universidad-empresa y beneficios esperados: Un análisis de microdatos de las empresas mexicanas. En G. Dutrénit y J. Núñez (Coords.), *Vinculación universidad-sector productivo para fortalecer los sistemas nacionales de innovación: Experiencias de Cuba, México y Costa Rica*. Editorial UH. https://www.researchgate.net/publication/319305016_Canales_de_interaccion_universidad-empresa_y_beneficios_esperados_un_analisis_de_micro_datos_de_las_empresas_mexicanas
- Etzkowitz, H., y Leydesdorff, L. (1995). The triple helix—university-industry-government relations: A laboratory for knowledge based economic development. *EASST Review*, 14(1), 14–19. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2480085
- Gobierno de México. (2026a, 15 de abril). México alcanza cifra histórica de patentes concedidas a personas inventoras nacionales en 2025: IMPI. <https://www.gob.mx/impi/prensa/mexico-alcanza-cifra-historica-de-patentes-concedidas-a-personas-inventoras-nacionales-en-2025-impi?idiom=es>
- Gobierno de México. (2026b, 26 de febrero). Plan México. Estrategia de desarrollo económico equitativo y sustentable para la prosperidad compartida. <https://www.planmexico.gob.mx/>
- González-Seijo, A., Corona, J. M., Cimoli, M., y Villavicencio, D. (2026a). *Colaboración en la biotecnología universitaria cubana (2000-2024)* [Manuscrito en preparación].
- González-Seijo, A., Corona, J. M., Cimoli, M., y Villavicencio, D. (2026b). *Cadenas de valor locales con actores globales: Capacidades nacionales en biotecnología desde la perspectiva científica mexicana* [Ponencia]. EVEAAL-SCGV, UNAM, Ciudad de México, México.
- Ivankova, N., Creswell, J., y Stick, S. (2006). Using mixed-methods sequential explanatory design: From theory to practice. *Field Methods*, 18(1), 3–20. <https://doi.org/10.1177/1525822X05282260>
- Katz, J. S. (1993). *Bibliometric assessment of intranational university–university collaboration* [Tesis doctoral, University of Sussex]. Science Policy Research Unit. https://www.researchgate.net/profile/J-Katz-3/publication/34019430_Bibliometric_assessment_of_intranational_university_-_university_collaboration/links/0912f513790b0ec830000000/Bibliometric-assessment-of-intranational-university-university-collaboration.pdf
- Lage, A. (2012). Las funciones de la ciencia en el modelo económico cubano: Intuiciones a partir del crecimiento de la industria biotecnológica. *Economía y Desarrollo*, 147(1), 80–106. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425541205005>
- Malterud, K., Siersma, V., y Guassora, A. D. (2016). Sample size in qualitative interview studies: Guided by information power. *Qualitative Health Research*, 26(13), 1753–1760. <https://doi.org/10.1177/1049732315617444>
- Mazzucato, M. (2023). *El estado emprendedor: La oposición público-privado y sus mitos*. Penguin Random House.
- Pérez, M. (1999). Teoría matemática de la comunicación y teoría semántica de la información. *Teorema: Revista Internacional de Filosofía*, 18(2), 77–100. <https://acortar.link/uFqB4Q>
- Pérez Villanueva, O. E. (2021, 15 de febrero). *El desarrollo de la biotecnología en Cuba. Retos en la estrategia económica después de 2021*. Horizonte Cubano. <https://horizontecubano.law.columbia.edu/news/el-desarrollo-de-la-biotecnologia-en-cuba-retos-en-la-estrategia-economica-despues-de-2021>
- Pluye, P., García, E., Li Tang, D., y Granikov, V. (2020). La práctica de la integración en métodos mixtos: Las múltiples combinaciones de estrategias de integración. En V. Ridde y C. Dagenais (Eds.), *Evaluación de las intervenciones sanitarias en salud global: Métodos avanzados* (pp. 221–246). Éditions Science et Bien Commun.
- RICYT. (2024). *El estado de la ciencia: Principales indicadores de ciencia y tecnología 2024*. <https://oei.int/wp-content/uploads/2024/12/el-estado-de-la-ciencia-2024.pdf>
- SECIHTI. (2026, 26 de febrero). *Investigadores vigentes del SNII*. <https://secihti.mx/snii/padron-de-beneficiarios/>

- Van de Ven, A. H. (1992). Suggestions for studying strategy process: A research note. *Strategic Management Journal*, 13(5), 169–188. <https://doi.org/10.1002/smj.4250131013>
- Villavicencio, D., y López de Alba, P. (Coords.). (2009). *Sistemas de innovación en México: Regiones, redes y sectores*. Conacyt/Plaza y Valdés.