



**DETERMINANTES DE LAS PATENTES ACADÉMICAS: IMPACTO DE LA INVERSIÓN
EN I+D EN LA INNOVACIÓN DE LAS UNIVERSIDADES CHILENAS**

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN ANÁLISIS ECONÓMICO

ALUMNA: CONSTANZA IGNACIA BOHLE GUTIÉRREZ

PROFESORES GUÍA:

ALDO GONZALEZ

ROBERTO ALVAREZ

SANTIAGO, ENERO 2023

Dedico este trabajo y agradezco a mi familia, amigos y amigas, y a la querida Universidad de Chile¹, quienes me han entregado entendimiento, valentía y fuerza en este proceso, siendo una vez más la primera en mi familia, en emprender este camino académico. Agradezco a Mamá, Papá, Nanito, Paz y Pía por su paciencia y comprensión, por aceptar mi notable ausencia en Puerto Montt y la casa debido a las largas estancias en la universidad y por siempre creer en mí más de lo que yo misma podía. Mi gratitud a la querida Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo (VID) de la Universidad, un espacio de trabajo y equipo del que he aprendido y me ha permitido profundizar en el pensar del conocimiento, la ciencia, las artes y la tecnología para contribuir en el desarrollo y las necesidades del país. En especial a los Directores(a) de Investigación de la Universidad en sus diferentes periodos, por darme la oportunidad de ser funcionaria y estudiante de postgrado a la vez: a André Henríquez por su confianza e impulso para cursar este magíster en mi periodo más complejo de la universidad, así como a anticiparme a lo mucho que me quedaría sin vida social en esta aventura de estudiar y trabajar a la vez (completamente cierto); a Rodrigo Fuster por el entendimiento, tiempo y ánimo (mucho ánimo) durante el proceso y a Silvia Núñez por ser mi compañera de largas conversaciones sobre nuestra pasión. A los economistas y grandes profesores que me han acompañado, Aldo González y Roberto Álvarez, por la dedicación, confianza y tener la oportunidad de recibir conocimiento de excelencia. A mis compañeros y compañeras del magíster por ser un grupo humano admirable con un profundo valor de compañerismo y colaboración. En particular a mis amigos economistas Tomás Fernández y Javier Fernández por su notable conocimiento en análisis econométrico y compromiso de entrega a la hora que fuera; a las economistas de nuestro magíster Catalina, Cynthia, Trini y Nati quienes siempre han sido un ejemplo que seguir para mí y son mi experiencia más cercana sobre el gran valor que entregan las mujeres en la economía. Finalmente, aunque renuente a la autorreferencia, a mí misma y porque este será un recordatorio futuro para que nadie ni nada te haga dudar de lo seca que eres.

¹ Tesis escrita como estudiante de Magíster del Departamento de Economía de la Universidad de Chile. Comentarios a constanzabohle@uchile.cl

Resumen

Este es el primer estudio económico sobre el impacto de la inversión en I+D en las patentes académicas de universidades en Chile. Se estima una función de producción de conocimiento para las solicitudes de patentes universitarias utilizando datos de panel de 2004-2022 por universidad. El estado financia proyectos concursables de CTCI que universidades adjudican para desarrollar conocimiento. A través de un modelo Binomial Negativo y 3 diferentes variables instrumentales se concluye que los recursos adjudicados provocan el aumento de las solicitudes de patentes. El aumento del 2% en el presupuesto aumentará 1 solicitud de patente académica al cuarto año de adjudicación. Como resultado lateral, la productividad científica afecta negativamente a la protección de invenciones y el número de docentes con grado de doctor aumentará la actividad innovadora dada su relación con la investigación. De esta manera, se destaca la importancia que tiene la inversión en I+D+i en la promoción de la innovación universitaria en Chile y abre una puerta en la literatura nacional y latinoamericana que contribuirá con nuevas políticas públicas sobre inversión en I+D para la ciencia.

Palabras clave: Chile, Innovación, Universidades, Inversión en I+D, Patentes, Transferencia tecnológica, Inversión en I+D.

Abstract

This study represents the first economic analysis of the impact of R&D investment on academic patents applications within Chilean universities. It estimates a knowledge production function for university patent applications utilizing a panel data from 2004 to 2022 by university. The government funds competitive CTCI projects, which universities are awarded to develop knowledge. Employing Negative Binomial model and 3 different instrumental variables, it's concluded that the allocated resources lead to an increase in academic patent applications. A 2% increase in the budget awarded to scientific projects is predicted to result in one additional academic patent application in the fourth year after awarding. As a collateral finding, scientific productivity negatively impacts the protection of inventions, while the number of full-time academics with doctoral degrees enhances innovative activity, given their association with research. This highlights the significance of R&D investment in promoting university innovation in Chile giving new chances in national and Latin American literature to contributing to new public policies on R&D investment for science.

Keywords: Chile, Innovation, Universities, R&D Investment, R&D, Patents, Technology Transfer.

- **Inversión en I+D y solicitudes de patentes académicas:** Relación causal positiva entre el financiamiento público y patentes universitarias en Chile (2009-2022).
- **Modelo Binomial Negativo:** Evaluación de características no observables y ajuste de datos de recuento de patentes.
- **Instrumentos de Bartik:** Uso de 3 variables instrumentales para abordar problemas de endogeneidad de la variable explicativa.
- **Trade-off entre publicación científica y solicitudes de patentes:** Académicos(as) deben escoger entre publicar artículos o proteger invenciones mediante patentes.
- **Desafíos en el acceso de datos de innovación:** Deben reducirse las barreras informativas en el ecosistema para promover la investigación académica sobre inversión en I+D.

1. Introducción

El rol de las universidades en la producción, gestión y transferencia de conocimiento es clave para el sistema nacional de innovación como motor de desarrollo y crecimiento económico. La investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) contribuye al crecimiento económico, y las universidades han marcado la agenda de la ciencia a nivel nacional e internacional dado su contribución de la actividad científica, su transferencia e impacto en políticas públicas y transformaciones sociales (López-Leyva & Mungaray, 2021). Las patentes académicas entendidas como la protección intelectual de una invención han tenido un rol relevante en el último periodo en el ecosistema de innovación chileno.

La presente investigación es el primer análisis económico de las solicitudes de patentes académicas de las universidades chilenas. A través de análisis de modelos econométricos tiene por objetivo resolver de qué manera influye la inversión en I+D de los proyectos CTCI, que se han adjudicado las instituciones en entre el periodo 2004-2022, en las solicitudes de patentes académicas.

La relevancia en la literatura se ubica en un contexto donde los estudios realizados en Chile son de carácter cualitativo principalmente respecto a los determinantes que influyen en las solicitudes de patentes académicas a nivel nacional. Lo novedoso es centrar el análisis en este país, ya que destaca por su rendimiento en el ecosistema de innovación liderando el ranking “*The Global Innovation Index 2022*” y por la importante participación de las universidades durante el último periodo en la actividad de patentamiento nacional. De igual manera, se posiciona a la vanguardia del contexto latinoamericano utilizando métodos como la función de producción de conocimiento a través de estimaciones de efectos fijos, regresión binomial negativa y explorando la causalidad a través de 3 distintas variables instrumentales.

El análisis del periodo 2004-2022 proporciona perspectivas valiosas sobre el financiamiento de la I+D y su impacto positivo en las solicitudes de patentes. Un pequeño aumento de la inversión en I+D (1%) puede generar un aumento en el 0,55% de la protección de las invenciones. Además, la relación negativa entre la variable dependiente y la publicación de artículos científicos pone a la vista tensión de la institución al priorizar el prestigio académico, validado principalmente por la productividad científica tradicional, que la innovación y contribución al crecimiento económico a través de nuevas invenciones. Esta investigación confirma la hipótesis del efecto positivo en las solicitudes de patentes de la inversión en I+D, pero con supuestos y limitaciones metodológicas en función de los datos disponibles en Chile.

La estructura de la presente investigación se compone de la siguiente manera. En la sección II se aborda la revisión de literatura y el marco teórico para dotar de contexto y bases conceptuales que contribuyen al análisis. La sección III aborda los datos y presenta hechos estilizados en función de la base de datos construida especialmente para el presente estudio. La sección IV presenta la estrategia empírica junto a los enfoques econométricos, los supuestos y limitaciones que se consideran para el análisis. Por otro lado, la sección V aborda los resultados junto a sus pruebas de robustez, detallando los principales hallazgos. La sección VI dispone de una breve sección de discusión de la sección V y sus implicancias y finalmente la sección VII concluye resumiendo los principales descubrimientos de la investigación y potenciales implicancias en la política de CTCI dado los hallazgos en Chile.

2. Revisión de literatura

Medir el nivel de innovación de un país, industria o sector requiere de indicadores económicos, uno de los más utilizados son las patentes, entendidas como el derecho de propiedad intelectual (INAPI, 2016). Estas permiten comprender el crecimiento económico, cambio tecnológico y la competitividad industrial ya que entregan información sobre innovación tecnológica, actividad empresarial, inversión en I+D, propiedad intelectual y comprensión sobre la competencia en el mercado. Además, analizar las tendencias de patentamiento en distintas industrias y países, lo que ayuda a interpretar la tendencia de innovación (Griliches J. D., 1998). Por otro lado, facilitan la creación y desarrollo de mercados para nuevas tecnologías, incentivando la inversión en I+D y la comercialización de nuevas tecnologías (Martinez, 2018). Las patentes son activos que pueden monetizarse (Caviggioli, De Marco, Montobbio, & Ughetto, 2020) ya que a través de la diferenciación pueden crear y mantener ventaja competitiva.

Según *World Intellectual Property Organization* (WIPO) en 2022 se presentaron 3,46 millones de solicitudes de patentes consolidando el tercer año de crecimiento consecutivo, con métricas récord en un panorama de incertidumbre económica y geopolítica. Los países líderes del “*The Global Innovation Index 2022*” fueron China, Estados Unidos, Japón, República de Corea y Alemania. Chile por su parte, se posicionó número 50 de un total de 132 países, liderando en la región (World Intellectual Property Organization (WIPO), 2022). Durante el periodo 2009-2022 China lidera las solicitudes de patentes a nivel internacional (13.271.766) según WIPO, seguido por Estados Unidos (3.788.268) y Japón (3.644.669). En la región de Latinoamérica y el Caribe lidera Brasil con 16.688 solicitudes de patentes, seguido por Colombia (5.371) y en el tercer lugar, Chile con 5.382 solicitudes. Este escenario da cuenta de la capacidad a nivel de volumen que tienen las economías y que, por lo tanto, condiciona el rendimiento de las universidades.

En los últimos 25 años el derecho de patentes ha evolucionado significativamente dada la participación de Chile en los tratados de libre comercio, sobre todo cuando EE.UU es una de las partes involucradas (Mellafe, 2012). La Ley 19.039 de 1991 modernizó el modelo de protección intelectual y crea el Departamento de Propiedad Intelectual, se modifica en el año 2005 con la Ley 19.996 ajustando la normativa al ADPIC² y el 2007 con la Ley 20.160 incorporando el Tratado de Libre Comercio con EE.UU para ampliar el marco de protección de patentes y crear el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI). Respecto a la divulgación inocua en la legislación incorporada en 2005 y modificada en 2007 para ampliar el periodo de gracia a 12 meses anteriores a la presentación de solicitud de patente. Esto quiere decir, que un investigador(a) debe determinar ex-ante si los resultados pueden ser patentados, ya que el periodo de gracia se activa una vez se realiza la publicación científica. Este último ha sido incorporado en el periodo de evaluación que realizan las universidades para las solicitudes de patente (Wong & Salazar, 2020).

Estados Unidos en 1980 creó la Ley Bayh-Dole para determinar el derecho propiedad intelectual de las universidades para conservar la titularidad de las patentes (Mowery & Sampat, 2001). De esta manera se estableció un marco donde la innovación depende de una asociación entre gobierno,

² Acuerdo sobre los aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el comercio.

inventores, universidades e industria (Calderón-Martínez, 2014). En la práctica, las universidades pueden apropiarse de los retornos generados por las patentes obtenida, esto incentivó la I+D orientada a la innovación, e instaló a las patentes académicas como un mecanismo de transferencia tecnológica (OECD, 2008). La introducción de esta ley ha permitido ahondar en literatura más allá del impacto empresarial de la academia, sobre comportamiento de las universidades en la innovación.

Las universidades cumplen un rol en materia de desarrollo económico al ser reconocidas por la generación de soluciones innovadoras y la voluntad de poner a disposición los descubrimientos, por tanto, son “sospechosos naturales” de ser contribuyentes a la economía a través de la divulgación y difusión del conocimiento (Hausman N. , 2022). Su contribución incluye descubrimientos científicos, tecnología avanzada, desarrollo de capital humano, entre otros. En el caso chileno, la Ley 21.091 hace mención sobre la generación del conocimiento, investigación e innovación como propósitos de las IES. La actividad científica desarrollada por las universidades las convierte en uno de los agentes más importantes de los sistemas nacionales de innovación (Díaz & Palma, 2004), dada su contribución a la resolución de problemas complejos que afectan a la sociedad. No tienen como única función la formación y la investigación, sino que además deben contribuir al crecimiento económico de los territorios donde habitan (Branscomb, Florida, & Kodama, 1999). A pesar de lo anterior, el mundo académico se enfoca tradicionalmente en las publicaciones científicas en revistas de alto nivel y reconocimiento internacional (Bonge-Hansen, 2023). Esto último se ha abordado como impedimento para la protección de las invenciones (Diario Constitucional, 2023).

La innovación es resultado del proceso de transferencia en la medida que se aprovecha la capacidad de generar diferenciación, y especialización, dando valor a la creación de valor, difícil de imitar en productos y servicios (Escorsa & Valls, 2003). Las universidades han comenzado a comercializar la tecnología desarrollada utilizando patentes académicas (Siegel, Waldman, & Link, 1999). De esta manera se define patente académica como cualquier patente realizada por algún científico académico(a) mientras trabaja en su universidad (Lissoni, 2012), y tanto la institución como el investigador(a) obtienen beneficios económicos. De esta manera, el investigador no debe destinar demasiado tiempo a tareas comerciales, enfocando los esfuerzos en la investigación. (Lockett & Wright, 2005). Las universidades chilenas han diseñado sus propias reglas e incentivos para la propiedad intelectual a través de políticas internas donde generalmente distribuyen la retribución económica junto a los inventores(as), direcciones de innovación, unidades académicas y la institución. A diferencia del sector privado, las patentes académicas no necesariamente tienen un fin comercial, dado que en algunos casos puede generar un alto impacto social, como las vacunas.

Según la OCDE los recursos provenientes del Estado son la principal fuente de financiamiento de las instituciones de educación superior dado que se retorna a través de beneficios sociales y económicos mediante la formación de capital humano y la investigación (OECD, 2020). El financiamiento por proyectos es común para el financiamiento de actividades de investigación, proyectos de innovación, equipamiento y transferencia de conocimiento. (OECD, 2020).

El presupuesto disponible para proyectos CTCI proviene de 3 organismos. Primero, la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), se rige de acuerdo con políticas definidas por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (MinCiencia) y promueve la

investigación en todas las áreas del conocimiento, el desarrollo tecnológico y la innovación de base científico-tecnológica. La Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) depende del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, y tiene como propósito focalizar los apoyos para fomentar la inversión, innovación y el emprendimiento en miras de mejorar la productividad del país. Por su parte la Subsecretaría de CTCI a través de la Subdirección de Ciencia y Sociedad financió entre 2011 y 2019 instrumentos de concurso y proyectos asociados a Coordinaciones Regionales, actividades de Valoración y Divulgación de la Ciencia y Tecnología, Proyectos Asociativos Regionales, entre otros que tienen iniciativas para las comunidades educativas del país que permitan fortalecer competencias en distintas áreas del conocimiento, tecnología y la innovación (MINCIENCIA, 2023).

Se ha buscado evidencia para justificar o modificar la magnitud de los recursos destinados a través de la medición de los resultados de la actividad científica. En primer lugar se investigó indirectamente en los distintos mercados, como la influencia del gasto hacia las universidades en I+D podría aumentar las patentes empresariales (Henderson, Jaffe, & Trajtenberg, 1998), las innovaciones empresariales (Anselin, Varga, & Acs, 1997), el impacto en el mercado laboral (Beeson & Montgomery, 1993) y la creación de nuevas empresas (Bania, Eberts, & Fogarty, 1993). El enfoque de la investigación cambia con la introducción de la ley Bayh-Dole en 1980, lo que permite buscar efectos reales directos de la I+D académica (Coupé, 2003). Se admite complejidad entre la relación de la inversión en I+D y los derechos de propiedad industrial (INAPI, 2016), pero el país cuenta con un sistema de propiedad industrial moderno y reconocido internacionalmente por su regulación.

Las patentes universitarias generan un interés desde la investigación académica (Calderón-Martínez, 2014). Desde 1999 se comenzó a analizar la relación entre el gasto de I+D, y las patentes universitarias. En EE.UU el aumento de un millón de dólares de los fondos federales para investigación por universidad, aumentará 0,34 patentes más (Payne & Siow, 1999). Por otro lado, (Foltz, Barham, & Kim, 2000) encuentran que el financiamiento estatal e interno tiene un impacto positivo en las patentes académicas, mientras que otros tipos de financiamiento, como el industrial y federal, no (Carayol, 2004). Otros 3 estudios³, basan sus estimaciones en la función de producción de conocimientos de Griliches (1979) modificada por Jaffe en 1989 (Jaffe, 1989), en ella los gastos de I+D son fundamentales para determinar el rendimiento de las patentes y la generación de invenciones (García Quevedo, 2000). De ellos se tiene que los gastos en I+D universitario influyen significativamente en el número de patentes de la propia universidad con una elasticidad entre el rango de 0,25 y 0,6; y que a nivel distributivo es conveniente entregar más recursos a varias universidades, que seguir concentrando el número de patentes (Coupé, 2003). Por otro lado, la producción de patentes se relaciona positiva y significativamente con el stock de gastos en I+D con una elasticidad de 0,3 y el número de programas de postgrado (Gurmu , Black, & Stephan, 2010). Finalmente, un estudio de las universidades suecas declara que los inventores poseen el “privilegio del profesor”, pudiendo tener la completa propiedad intelectual de la innovación generada. A diferencia de los dos autores anteriores combinan el uso de la función de producción de conocimientos con variable instrumental para abordar el efecto causal de la I+D sobre patentes, y encuentran que el financiamiento a la I+D bajo el modelo binomial negativo tiene una elasticidad de 0,856, contribuyendo a resultados patentables (Ejermeo & Källström , 2016).

³ (Coupé, 2003; Gurmu et al, 2010; Ejermeo & Källström, 2016)

Cada país tiene sus propias características universitarias, marcos normativos diferentes y una cultura de innovación que toman distancia de la realidad en Latinoamérica. Por lo tanto, las estimaciones y resultados para el análisis de la actividad de patentamiento en Chile podrían concluir otros elementos al utilizar la función de producción de conocimientos. De esta manera, esta investigación contribuye con una base de datos única sobre el rendimiento de la protección intelectual para cada universidad chilena, siendo única. Por otro lado, y el aporte más relevante, un estudio de vanguardia sobre el impacto del financiamiento público I+D a la actividad innovadora de las universidades bajo estimaciones econométricas que distan de los estudios cualitativos realizados en Chile. Finalmente, los resultados proporcionan evidencia para posible toma de decisión en la política pública acerca de financiamiento I+D a la innovación.

3. Datos

Utilizaremos un panel de datos del periodo 2004-2022. Los datos provienen de 3 fuentes de información y se construye una base de datos única en su tipo para el ecosistema universitario, considerando 1.063 solicitudes de patentes académicas individuales de universidades.

El Consejo Nacional de Educación (CNED) entrega información sobre el sistema de educación superior chileno y para este estudio se utilizaron 3 bases de datos. Estas nos entregan información de datos institucionales por universidad en el periodo 2005/2007-2022 relacionada con el tipo de institución, acreditación, número de docentes con grado de magíster y doctorado, región, programas de doctorado, y productividad científica. A raíz del año de origen se construye la variable antigüedad.

En segundo lugar, se utiliza un set de datos del MinCiencia de los Proyectos CTCI adjudicados a través de los instrumentos de apoyo público ejecutados por ANID, Corfo y la Subsecretaría CTCI. La información disponible es por universidad y agencia entre 2003-2022.

Finalmente, INAPI otorga información sobre las solicitudes de patentes entre 2009-2022. Se trabajó la variable *Applicants* para identificar las solicitudes provenientes de universidades. Además, se segregó según origen nacional.

La muestra total de universidades (65) se limita a 46 por los siguientes criterios: (1) 11 de ellas no tienen reconocimiento por cierre y/o falta de datos; (2) de las 54 universidades, 6 no han adjudicado proyectos CTCI, basándonos en los autores Ejerme y Kallstrom (2016) “excluimos de nuestro análisis las combinaciones universidad-campo con cero I+D registrada, ya que es poco probable que los campos sin I+D produzcan patentes”; y (3) otras 2 universidades se crearon en el año 2015 por lo que su historial de datos de proyectos adjudicados no es suficiente para el análisis.

3.1 Recursos adjudicados de proyectos CTCI

Respecto al financiamiento de la I+D universitaria en Chile, la encuesta de “Gasto y personal en investigación y desarrollo” diseñada por la Oficina de Estudios y Estadísticas del Ministerio de Ciencia en colaboración con el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), no cuenta con información

por universidad. Para tener un panel de datos se utiliza la encuesta de Proyectos CTCI adjudicados de MINCIENCIA, como un proxy del Gasto/Inversión en I+D por universidad. No contar con los datos de todo el gasto de I+D constituye sesgo de variable omitida, y por lo tanto una endogeneidad que se debe resolver.

Todas adjudican proyectos CTCI durante el periodo al menos una vez, y de ellas el 67% solicitan al menos una patente. Todas las que protegen sus invenciones han adjudicado fondos públicos. Se pueden identificar dos grandes categorías: Pertenecientes al CRUCH y Universidades Privadas. Las primeras representan el 74% de la muestra, y la participación entre universidades estatales y privadas CRUCH es paritaria. La mayoría se concentran en la macrozona central.

En Chile el financiamiento que reciben las universidades se compone en una fracción por proyectos de I+D como fondos concursables. El presupuesto público para la realización de proyectos de I+D representa un 5% del total de los recursos que reciben las IES. Según la Encuesta I+D del año 2018, el Estado financió el 53% de la I+D ejecutada por las universidades, y la principal fuente de financiamiento fueron los fondos concursables (43,6%) (MinCiencia, 2022). Como es posible observar en el gráfico 1, la evolución positiva del presupuesto que las universidades se han adjudicado indica que ha aumentado el volumen del financiamiento público disponible. Este crecimiento podría explicar la hipótesis de la presente investigación, dado el impacto que las solicitudes de patentes futuras.

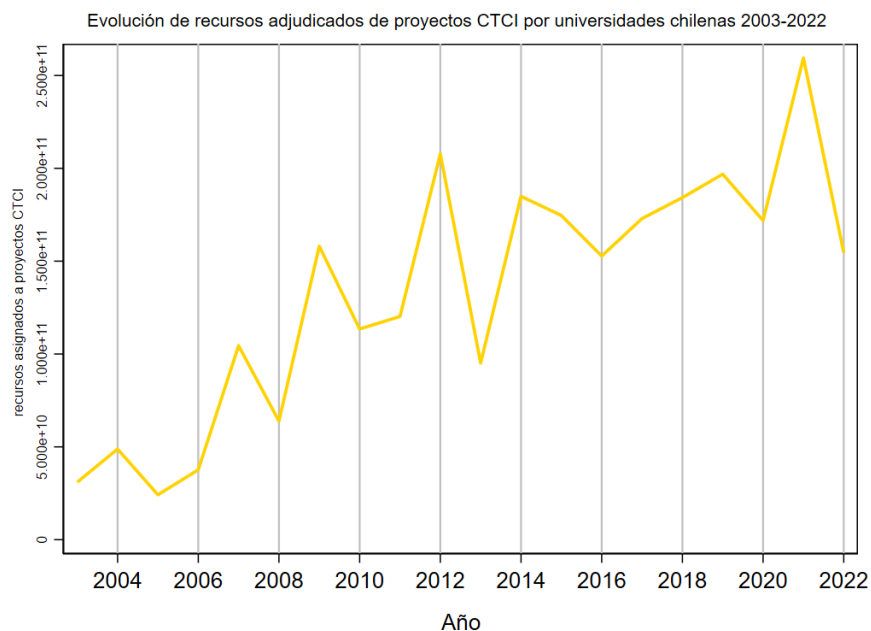


Gráfico 1: Evolución de recursos entregados a proyectos CTCI adjudicados por universidades chilenas 2003-2022. Elaboración propia, fuente MINCIENCIA 2023

Los recursos adjudicados en el periodo 2003-2022 por las universidades, se distribuyen según organismo: ANID en un 96%, 3% por CORFO y 1% por la Subsecretaría CTCI. La mayor proporción de financiamiento total está focalizado en Proyectos de Investigación (62%) de ANID.

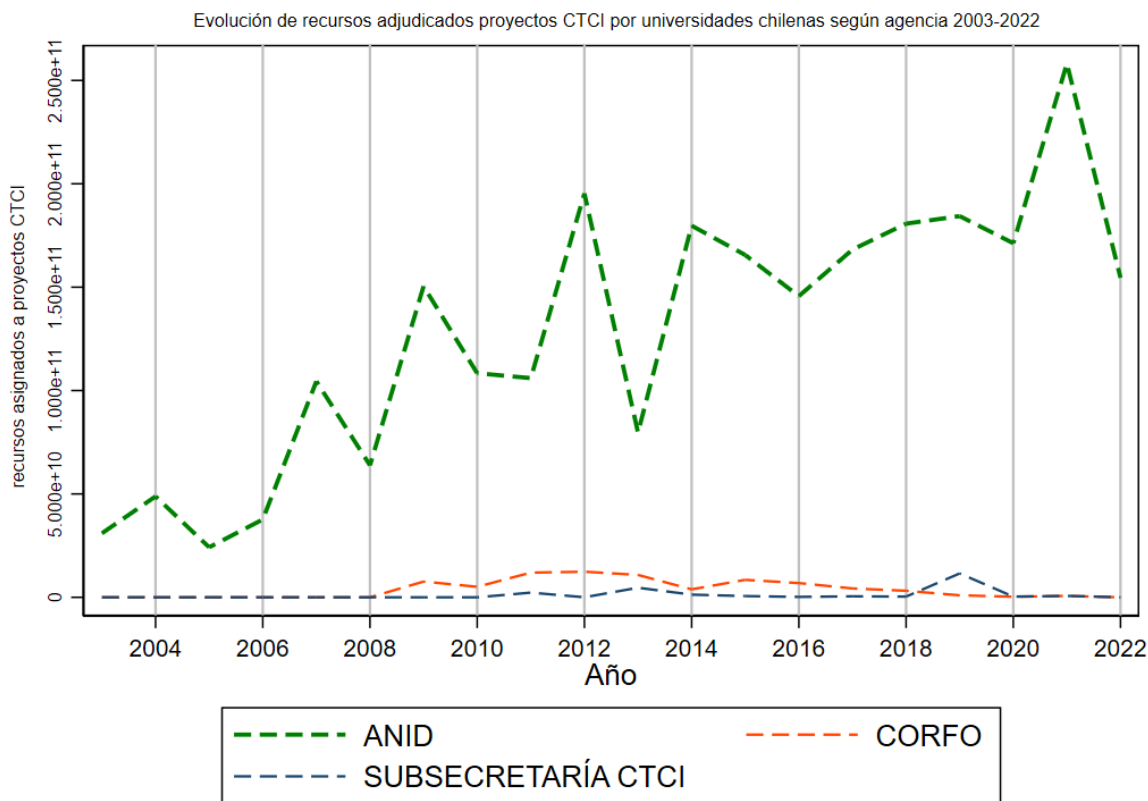


Gráfico 2: Evolución de montos adjudicados por universidades por proyectos CTCI según agencia 2003-2022. Elaboración propia, fuente MINCIENCIA 2023

3.2 Solicitudes de patentes académicas

El año 2016, *US Licensing Activity Survey* a través de la *Association of University Technology Managers (AUTM)*, informa un total de 16.487 solicitudes de patentes académicas en EE.UU, más de 3 veces lo que Chile ha solicitado durante el periodo de 2009-2022. Este país ha liderado las solicitudes internacionales de patentes y en 2012, WIPO destacó a las universidades estadounidenses por presentar más solicitudes que cualquier otro país.

La Oficina Europea de Patentes ha recibido desde 1977 solicitudes de patentes académicas y su rendimiento ha evolucionado desde entonces. Hasta 1995 representaban menos del 11% de las solicitudes de patentes académicas, mientras que en los años siguientes hasta 2015 el 33% de las solicitudes eran de propiedad universitaria. Por ejemplo, en España las solicitudes de patentes nacionales presentadas por universidades públicas entre 2009-2022 suman un total de 6.815 (Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España, 2023), una cantidad mayor que el total de las solicitudes de patentes nacionales realizadas en Chile en el mismo periodo. En la actualidad España se encuentra entre los 20 primeros puestos del ranking de países con mayor número de solicitudes de patente europea, y entre los 10 primeros países de la UE. Además, destacan a 4 universidades y 2 centros de investigación en los 10 primeros puestos de solicitantes como organismos que cumplen un papel fundamental en la innovación (SINC, 2023).

Según las universidades más innovadoras del mundo del año 2018, *University of California System* ubicada en el puesto 14° del ranking lidera las solicitudes de patentes académicas con un total de 2.533 solicitudes, seguida por el 2° lugar del ranking *Massachusetts Institute of Technology (MIT)* con 1.480 solicitudes y el 9° lugar *University of Texas System* con 1.023 solicitudes (Al-youbi, Zahed, Nahas, & Hegazy, 2021), mientras Chile apenas tiene 1.063 solicitudes de patentes académicas entre 2009-2022. Según América economía⁴, en México la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) acumuló entre 2009-2014 245 solicitudes de patentes, mientras que la Universidad de Concepción solicitó 90 patentes académicas para el mismo periodo.

El rendimiento comparado con las universidades más innovadoras del mundo y otros países de Latinoamérica da cuenta de los desafíos que presenta Chile en el ámbito de innovación. A pesar de no contar con un rendimiento destacable a nivel internacional, el crecimiento de la actividad innovadora de las universidades chilenas es posible de evidenciar cuando se comparan los periodos 1995-2007 y 2009-2022. En el primero se concentraron el 8,2% de las solicitudes nacionales presentadas a INAPI, vs el 22% en el segundo. De estas el 86% (1063) son solicitudes individuales como universidades y el 14% son solicitudes en colaboración con otros organismos. Como se observa en el Gráfico 3, durante el periodo de análisis se observa un aumento considerable de las solicitudes de patentes académicas individuales entre el periodo 2013-2016.

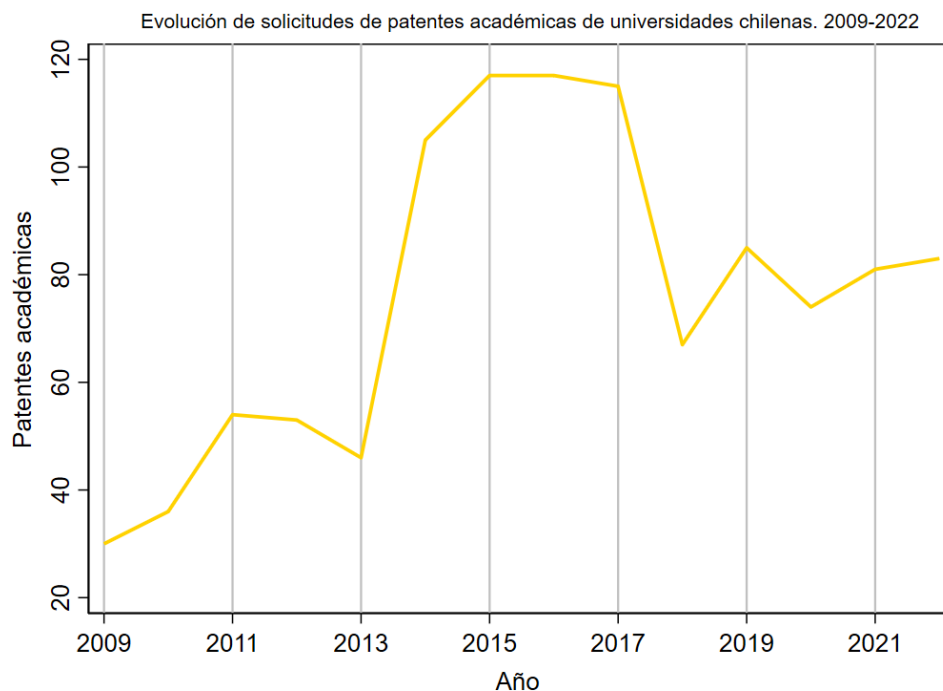


Gráfico 3: Evolución de las solicitudes de patentes académicas individuales realizadas por universidades chilenas 2009-2022. Elaboración propia, fuente INAPI 2023.

⁴ <https://www.americaeconomia.com/articulos/notas/mexico-al-margen-en-solicitud-de-patentes-de-universidades>

Al considerar el TOP 10 de solicitantes de patentes en el periodo, se encuentran 7 universidades y 4 de ellas (Universidad de Concepción, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad de Santiago de Chile y la Universidad de Chile) liderando el ranking. Otros organismos presentes en el ranking son empresas intensas en innovación.

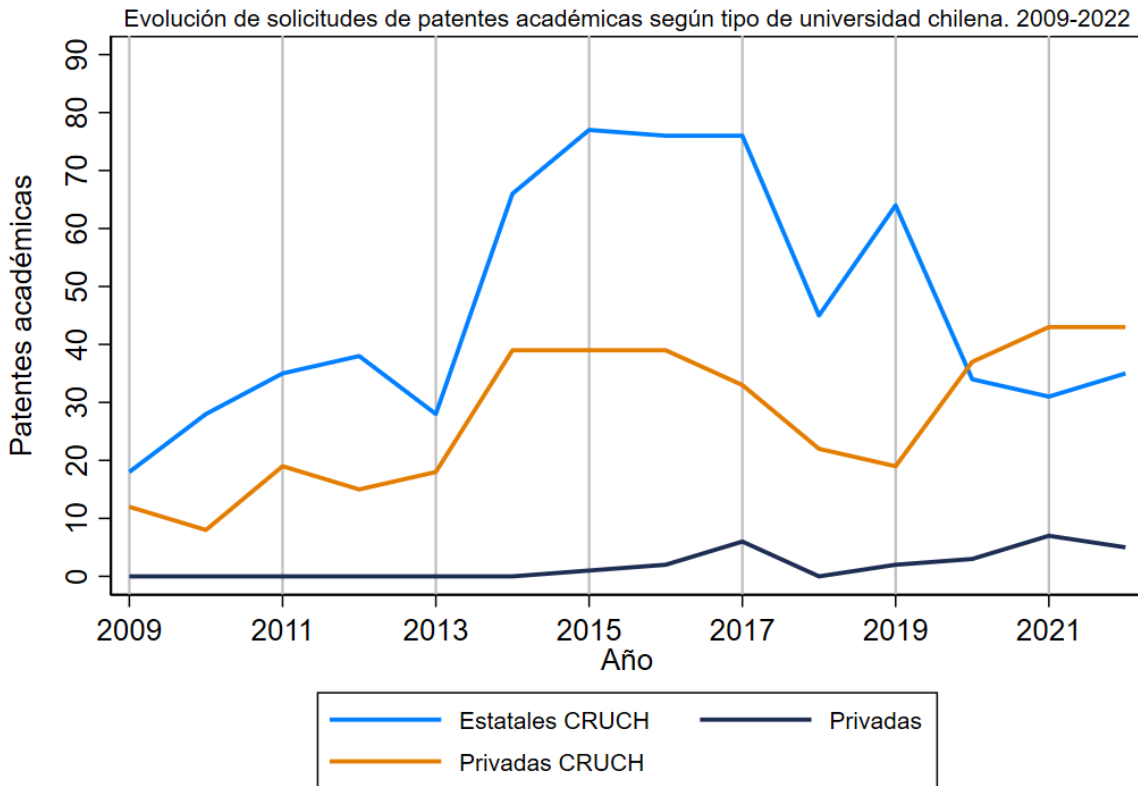


Gráfico 4: Evolución de las solicitudes de patentes académicas por año y tipo de institución 2009-2022. Elaboración propia, fuente INAPI 2023

Quienes concentran el 62% de la actividad de solicitud de patentes son las primeras 4 universidades⁵ del TOP 10 general de INAPI, donde lideran los dos primeros lugares universidades privadas del CRUCH seguidas por universidades estatales del mismo.

De las 1063 solicitudes de patentes académicas, el 58% tienen un estado de patente registrada. Las universidades que más presentan solicitudes no necesariamente son quienes poseen mayor cantidad de patentes registradas. La Universidad de Concepción, Universidad de Chile, Universidad del Bío Bío, Universidad Católica de Temuco y Universidad de Valparaíso poseen una intensidad alta-media de solicitudes de patentes y alta tasa de registro. Mientras que universidades que patentan muy poco tienen una gran efectividad de registro, Universidad de Atacama, Universidad de Los Lagos, Universidad Mayor y la Universidad Santo Tomás.

4. Estrategia empírica

Este tipo de estudios se basa en la literatura sobre el análisis de las patentes en las firmas. Hausman et al. (1984) aportó desde la econometría de datos de conteo, siendo su principal contribución la relación entre patentes y la I+D. Las patentes al ser datos de conteo requieren técnicas econométricas especiales tales como métodos de regresión de Poisson o regresión binomial negativa. Aun así, las primeras estimaciones sobre la relación entre Gasto I+D federal y patentes universitarias de Payne y Siow (1999) fueron con regresiones MCO y Tobit. Para el caso de Foltz et al. (2000) se analizaron datos de corte transversal de patentes para estimar un modelo binomial negativo de la función de producción de patentes en relación con el gasto de I+D.

Tomando las recomendaciones de Hausman et al. 1984, Gurmu et. al (2010) utiliza modelo binomial negativo. Los últimos estudios existentes⁶ utilizan la función de producción de conocimiento de Griliches (1979) combinadas con regresiones de Poisson y binomial negativo para abordar la naturaleza heterogénea de los datos de las patentes. Se utiliza este enfoque dado que hay un interés de encontrar diferencias con estudios de otros países (Ejermo & Källström , 2016).

Para resolver la relación endógena entre el Gasto I+D y el resultado de productividad estudiado, la literatura utiliza variables rezagadas como instrumentos para abordar este problema (Ejermo & Källström , 2016). Otros estudios utilizan variables de recursos que reciben las instituciones como donaciones.

Se realiza una transformación logarítmica a la variable independiente principal, y para evitar sesgos asociados a la adjudicación de fondos esperada año a año. Los autores Gurmu et al. (2010) plantean en su estimación un desfase de 4 años entre la investigación y la concesión de la patente en universidades estadounidenses. El caso de Chile y Estados Unidos es muy diferente en términos de rendimiento en la innovación. Por lo anterior, se considera un periodo de desfase de 4 años entre el periodo de adjudicación del proyecto CTCI y la solicitud de patente académica. El tiempo entre la adjudicación del proyecto y su ejecución puede durar entre 1 a 4 años dependiendo del instrumento, y en algunos casos se solicita como resultado de este, la publicación de uno o más artículos científicos enviados o aprobados. Una vez se tiene la publicación realizada se activa el periodo de gracia para solicitar la patente según la legislación chilena, lo cual tiene una duración máxima de 12 meses.

Basándonos en la función de producción de conocimiento de Griliches (1979) se utiliza el siguiente modelo para analizar el impacto del financiamiento I+D y otras características institucionales sobre las solicitudes de patentes académicas:

$$P_{i,t} = \alpha + \beta_1 \left(\ln RA_{i,t-4} \right) + \beta_2 X_{i,t} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it}$$

Donde $P_{i,t}$ son la solicitudes de patentes por universidad i en el año t , $RA_{i,t-4}$ son los recursos adjudicados por proyectos CTCI ponderado y rezagado en 4 periodos y $X_{i,t}$ conjunto de características institucionales, μ_i representa el efecto fijo de universidad capturando las características no observables y

⁶ Ejermo & Källström (2016); Gurmu et al (2010) & Coupé (2003).

constantes en el tiempo, γ_t el efecto fijo tiempo captura por ejemplo, políticas nacionales y tendencias económicas, y finalmente ε_{it} es el término error.

La estrategia de identificación comienza determinando si utilizar efectos fijos o aleatorios según una prueba de Hausman. Luego se estima el modelo efectos fijos por universidad y tiempo, ya que hay efectos no observados que pueden estar correlacionados con las variables independientes, es decir características no observadas e invariantes en el tiempo tales como características institucionales o culturales.

Dado que la variable dependiente se considera datos de recuento se escoge entre modelo Poisson y Binomial Negativo con pruebas de sobredispersión. Dada la presencia excesiva de ceros en las variables y la diferencia entre la media condicional y la varianza se escoge Binomial Negativo. Posteriormente se utilizan 3 variables instrumentales con el objetivo de corregir la endogeneidad por sesgo de variable omitida.

Luego, se repite el mismo procedimiento para las patentes registradas como variable dependiente principal.

4.1 Supuestos y limitaciones

Una de las limitaciones del estudio es la disponibilidad de datos del ecosistema desagregado por universidades. La encuesta “Gasto y personal en investigación y desarrollo” no cuenta con información desagregada por universidad por lo que es difícil conocer el monto total por institución y se utiliza como proxy los montos de proyectos adjudicados CTCI. Esto constituye un sesgo por variable omitida y por lo tanto la variable independiente relevante podría estar correlacionada con el término error. Dado que la variable proxy no puede capturar completamente el efecto de la variable del gasto real y hay elementos no observados, estaríamos en presencia de un problema de endogeneidad. Otra variable omitida de conocimiento es el financiamiento público adjudicado para las oficinas de transferencia y licenciamiento, ya que los datos entregados desde transparencia por los organismos no están completos.

Distintos autores han reconocido la fuerte y anormal distribución de las patentes a nivel de las firmas, donde incluso las empresas que hacen I+D nunca patentan y solo unas cuantas logran desarrollar esta capacidad (Griliches, Hausman, & Hall, 1986) y (Hausman, 1984). Tanto a nivel de firmas como de universidades, los indicadores de patentes se encuentran fuertemente concentrados. (Ejermo & Källström, 2016).

El autor Coupé (2003) plantea que el tiempo entre solicitud y registro difiere demasiado entre distintas patentes, por lo que las solicitudes son un buen indicador. Por otro lado, se utilizan solo las solicitudes individuales y de residentes. No se consideran las colaboraciones dado que se repite el conteo, generando una duplicación de información. Aun así, se realizan las estimaciones con las patentes registradas de la base de datos de solicitudes de patentes.

5. Resultados

5.1 Solicitudes de patentes académicas

5.1.1 Efectos fijos

La variable recursos adjudicados muestra coeficientes positivos, pero no estadísticamente significativos para determinar un impacto en las solicitudes de patentes académicas. Además, a medida que se añaden más variables en los distintos modelos el coeficiente de la variable independiente principal disminuye, lo que podría indicar que la relación está influenciada por otras variables del modelo o no es el mejor método de estimación.

El modelo se ajusta mejor cuando se agregan las variables de control. La productividad científica, como variable que representa la cantidad de publicaciones WoS y Scielo, presenta pequeños coeficientes negativos y estadísticamente significativos, lo que es interesante de observar ya que, a mayor cantidad de publicaciones científicas, menor es el número de solicitudes de patentes, con un efecto pequeño en la variable dependiente. El resto de las variables de control no son estadísticamente significativas, excepto la antigüedad de la institución en el modelo que incluye todas las variables (6). Los coeficientes para los efectos fijos por año son generalmente positivamente significativos.

5.1.2 Modelo de regresión Poisson y Binomial Negativo

Las patentes son datos de conteo, por lo que siguiendo la literatura se emplean dos enfoques de estimación: modelos de regresión de Poisson y Binomial Negativo. La regresión de Poisson indica que los recursos adjudicados de I+D presentan una relación positiva y estadísticamente significativa con las solicitudes de patentes, pero mientras se incorporan variables de control la magnitud del efecto disminuye. Productividad científica presenta pequeños coeficientes negativos y estadísticamente significativos en todos los modelos, lo que resulta ser consistente con el modelo de efectos fijos. Mientras que, por otro lado, la variable antigüedad de la institución presenta coeficientes positivos y estadísticamente significativos. Esto último añadiría al análisis que las universidades más antiguas tienen una propensión a solicitar más patentes.

La varianza de la variable dependiente es mucho mayor que la media, lo que develaría la presencia de alta variabilidad. Al comparar ambas estimaciones y según los criterios de información (AIC y BIC), el modelo binomial presenta un mejor ajuste a los datos. Además, la significancia y valores de los coeficientes en este último son diferentes al modelo Poisson estimado lo que indicaría que la sobre dispersión estaría afectando los resultados de la regresión.

Tabla 1: Estimación Binomiales negativos

VARIABLES	(1) pat_i	(2) pat_i	(3) pat_i	(4) pat_i	(5) pat_i	(6) pat_i
Recursos adjudicados (t-4)	0.554*** (0.121)	0.605*** (0.140)	0.502*** (0.157)	0.499*** (0.157)	0.492*** (0.158)	0.264 (0.188)
Docentes con grado de doctor JC		0.00415** (0.00174)	0.00382** (0.00169)	0.00384** (0.00168)	0.00369** (0.00171)	0.00166 (0.00259)
Productividad Científica		-0.00220*** (0.000624)	-0.00245*** (0.000603)	-0.00244*** (0.000606)	-0.00242*** (0.000607)	-0.00223*** (0.000597)
Antigüedad			0.0151 (0.0147)	0.0143 (0.0148)	0.0144 (0.0146)	0.0448 (0.0471)
Acreditación				0.0497 (0.159)	0.0425 (0.160)	0.0731 (0.150)
Docentes con grado de magíster JC					0.000611 (0.00160)	0.000363 (0.00175)
Programas de Doctorado						0.0153 (0.0346)
Observaciones	312	300	300	300	300	249
Número de universidades	32	31	31	31	31	28
AIC	791.3	760.1	760.3	762.2	764.1	720.7
BIC	836.2	812	815.9	821.5	827.1	784

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Los recursos adjudicados por las universidades desfasados en 4 años tienen un efecto positivo y estadísticamente significativo. Esta correlación positiva indicaría que un aumento del 1% del presupuesto, se asocia a un aumento del 0,55%⁷ las solicitudes de patentes académicas en 4 años más, como resultado del proyecto y recursos adjudicados. Esta elasticidad es el cambio porcentual de la tasa esperada de la variable dependiente por un cambio porcentual de los recursos adjudicados. El resultado que se está evaluando es una variación pequeña de presupuesto y en consecuencia una variación pequeña de número de solicitudes de patentes, por lo que inicialmente podría verse como un efecto marginal o incremental.

Entre las variables de control, el número de docentes con doctorado tiene un pequeño impacto positivo y estadísticamente significativo sobre las solicitudes de patentes. Por otro lado, la productividad científica mantiene su relación negativa, lo que es consistente con los hallazgos anteriores, aun así, el efecto es pequeño. En este modelo, la antigüedad no es estadísticamente significativa.

Para observar una proyección de los resultados ante el aumento de 1% del presupuesto con una tasa de aumento de 0,55% en las solicitudes de patentes, requiere de ponderar la variación porcentual del presupuesto desde el año 2018-2019 para obtener el número de solicitudes de patentes de 2023, 2024 y 2025. Es posible observar que la disminución del presupuesto público posterior al año 2021 resultaría crítico para el número de solicitudes de patentes académicas futuras de las universidades. Para la estimación de valores futuros 2023-2025 se tienen periodos con recursos donde existen variaciones positivas o negativas mayores al 1% por lo que se ponderan las tasas, a mayor variación es evidente el impacto de los recursos sobre las solicitudes de patentes.

⁷ La interpretación de los coeficientes del modelo binomial negativo representa el logaritmo de la razón de tasas, cuando las variables independientes están expresadas en logaritmo natural, la interpretación representa la elasticidad.

Para 2026-2029 se utiliza el supuesto de un aumento del 1% en el presupuesto desde 2023 en adelante, con una tasa de aumento del 0,55% en la tasa de solicitudes de patentes. En este intervalo es posible observar que el efecto es sobre la cantidad de patentes es de un aumento fraccional y tomará muchos años en alcanzar las cifras del año 2015 y 2016 con un aumento del 1% en el presupuesto. Aumentar una solicitud de patente más requiere de una variación del 2,21% en el presupuesto nominal para concursos externos de I+D para universidades. Para el caso del presupuesto real ajustado al año 2022 según el anexo n°3 tabla 12, se requiere un aumento del 2,4% del financiamiento para aumentar en una solicitud de patente académica.

Tabla 2: Proyección de solicitudes de patentes

Año	Recursos adjudicados	Solicitudes de patentes
2009	\$158.056.103.838	30
2010	\$113.483.691.643	36
2011	\$120.213.520.694	54
2012	\$207.770.049.475	53
2013	\$ 95.156.465.588	46
2014	\$184.922.777.028	105
2015	\$174.635.552.900	117
2016	\$152.766.847.130	117
2017	\$172.960.857.793	115
2018	\$184.216.038.633	67
2019	\$196.873.503.150	85
2020	\$171.887.884.950	74
2021	\$259.446.850.437	81
2022	\$154.543.572.348	83
2023	\$156.089.008.071	86
2024	\$157.649.898.152	80
2025	\$159.226.397.134	103
2026	\$160.818.661.105	80
2027	\$162.426.847.716	80
2028	\$164.051.116.193	81
2029	\$165.691.627.355	82

Tabla 3: Resumen de hallazgos del efecto de los recursos I+D sobre las patentes académicas según método de estimación

Variables	Efectos fijos, variable dependiente: solicitudes de patentes		Poisson, variable dependiente: solicitudes de patentes		Binomial negativo, variable dependiente: solicitudes de patentes	
Gasto I+D en Proyectos adjudicados hace 4 periodos (ln)	0.337 (0.233)	0.168 (0.239)	0.418*** (0.110)	0.391*** (0.121)	0.554*** (0.121)	0.502*** (0.157)
Productividad científica (WoS; Scopus)	-	-0.00782*** (0.00198)	-	-0.00196*** (0.000405)	-	-0.00244 *** (0.000606)
Docentes con grado de doctorado	-	0.000684 (0.00637)	-	-0.000390 (0.00146)	-	0.00384** (0.00168)
Antigüedad	-	-0.120 (0.544)		0.269*** (0.0330)		0.0497 (0.160)
Observaciones	397	384	312	300	312	300
Efecto fijo Universidad	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Efecto fijo año	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

5.1.3 Variable instrumental:

El problema de endogeneidad del modelo presentado tiene que ver con la variable independiente principal dado una causalidad bidireccional con la variable dependiente, donde las instituciones o investigadores(as) podrían contar con mayores habilidades o recursos que les permitieran adjudicarse más fondos públicos a través de los proyectos CTCI. Además, al no conocer el monto total del gasto I+D, se acumulan una serie de variables omitidas lo que provocaría sesgo. Esto al mismo tiempo impacta en la mayor probabilidad para solicitar patentes. El monto adjudicado por proyecto estaría correlacionado con el término de error en la relación entre financiamiento y solicitudes de patentes, lo que constituiría un sesgo de endogeneidad.

Dado que se escoge finalmente el modelo binomial negativo, los métodos estándar utilizados para determinar las variables instrumentales no se pueden aplicar directamente dada las diferentes propiedades estadísticas de los modelos lineales y no lineales. Uno de los enfoques posibles de utilizar es el Procedimiento de dos pasos modificado en modelos no lineales que implica 2 etapas: (1) La estimación de la variable endógena y (2) Uso de valores ajustados en el modelo principal.

La construcción de las tres variables instrumentales a evaluar se basa en la literatura sobre el Instrumento de Bartik o Variable instrumental tipo Bartik. Este se utiliza para estimar el impacto de variables exógenas sobre variables de interés y comúnmente para estimar efectos de los cambios en la política económica sobre las regiones locales en temas relativos a la exposición diferencial a los shocks comunes, como tasas de crecimiento nacional (Goldsmith-Pinkham, Sorkin, & Swift, 2020).

5.1.3.1 Recursos totales adjudicados ponderados por factor de adjudicación de recursos

En esta ocasión se toma como instrumento la variable *RT* entendida como los recursos totales adjudicados en *t* por las universidades, multiplicado por un factor α_i como ponderación de ajuste a los recursos totales que refleja la adjudicación promedio por universidad de los fondos en el periodo 2001 y 2003 respecto del total asignado promedio del mismo periodo. Luego se realizan las transformaciones logarítmicas y de rezago correspondiente a 4 periodos. Con motivos de análisis, se le asignará el nombre de VII.

La creación de esta variable instrumental de Bartik sigue la lógica de utilizar una variable exógena, los recursos totales adjudicados totales, ponderada por un factor “local”, el ratio de los recursos promedios adjudicados por universidad entre 2001 y 2003 con respecto al total adjudicado en el mismo periodo. De esta manera es posible evidenciar el impacto del sector de la ciencia dada las decisiones de presupuesto público realizadas por el sector político y/o el gobierno de turno, independiente de las condiciones específicas de las universidades. El Instrumento Bartik en este caso permite reflejar una tendencia o patrón específico en la distribución de los recursos en el periodo anterior a la medición.

En la primera etapa se realiza una estimación 2SLS para evaluar la correlación de la variable instrumental con la variable endógena. Se presentan coeficientes estadísticamente significativos, lo que indicaría una fuerte correlación entre la variable instrumental propuesta y la variable endógena. Además, se comprueba a través de la prueba F que se trata de un instrumento fuerte, pudiéndose concluir la relevancia del instrumento.

Tabla 4: Estimación primera etapa – Variable Instrumental VII

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	RA_14	RA_14	RA_14	RA_14	RA_14	RA_14
VII	0.715*** (0.0249)	0.494*** (0.0349)	0.497*** (0.0361)	0.456*** (0.0338)	0.462*** (0.0327)	0.434*** (0.0349)
Docentes con doctorado JC		0.00350*** (0.000899)	0.00356*** (0.000931)	0.00109 (0.000909)	-0.000551 (0.000924)	0.000220 (0.000930)
Productividad Científica		-0.000398 (0.000364)	-0.000398 (0.000364)	0.000176 (0.000344)	0.000328 (0.000333)	0.000353 (0.000306)
Antigüedad			-0.000556 (0.00214)	-0.00381* (0.00202)	-0.00123 (0.00200)	-0.000713 (0.00206)
Acreditación				0.513*** (0.0596)	0.552*** (0.0580)	0.496*** (0.0632)
Docentes con magíster JC					0.00310*** (0.000547)	0.00238*** (0.000505)
Programas de doctorado						-0.0170 (0.0186)
_cons	6.220*** (0.507)	10.11*** (0.657)	10.08*** (0.672)	8.897*** (0.637)	8.301*** (0.624)	9.277*** (0.678)
r2	0.645	0.695	0.695	0.739	0.757	0.766
N	458	443	443	443	443	364

Standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 5: Estimación segunda etapa – Variable Instrumental VII

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	pat_i	pat_i	pat_i	pat_i	pat_i	pat_i
pat_i						
Valores predichos 1° etapa	0.577*** (0.195)	0.742*** (0.207)	0.520** (0.244)	1.688*** (0.395)	2.056*** (0.569)	2.162*** (0.595)
Docentes con doctorado JC		0.00280** (0.00134)	0.00268** (0.00124)	0.00189 (0.00130)	0.00166 (0.00136)	0.00101 (0.00139)
Productividad científica		-0.00175*** (0.000482)	-0.00183*** (0.000483)	-0.00227*** (0.000478)	-0.00227*** (0.000475)	-0.00241*** (0.000487)
Antigüedad			0.0137 (0.00948)	0.00410 (0.00808)	-0.000599 (0.00951)	-0.00425 (0.00989)
Acreditación				-0.931*** (0.263)	-1.106*** (0.331)	-1.161*** (0.347)
Docentes con magíster JC					-0.00204 (0.00211)	-0.00225 (0.00214)
Programas de doctorado						0.0384 (0.0263)
_cons	- 11.91*** (4.148)	-15.43*** (4.355)	-11.71** (4.823)	-30.07*** (6.660)	-36.05*** (9.372)	-37.81*** (9.758)
N	290	290	290	290	290	290

Standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

La segunda etapa nos muestra coeficientes positivos y estadísticamente significativos sobre las solicitudes de patentes. En este caso, pequeños aumentos de los recursos adjudicados tienen efectos marginales o incrementales sobre las solicitudes de patentes, de esta manera un aumento del 1% de los recursos adjudicados aumentará en 0,58% de la tasa esperada de solicitudes de patentes. Esto es un cambio relativamente pequeño pero proporcional en la variable dependiente.

Los años 2014 y 2017 destacan con coeficientes positivos y estadísticamente significativos en la variable dependiente. Además, existe un pequeño efecto positivo y estadísticamente significativo del número total de académicos(as) con doctorado. Por otro lado, la productividad científica sigue teniendo un pequeño efecto negativo y estadísticamente significativo sobre las solicitudes de patentes. Un elemento interesante de estos resultados es que los años de acreditación no determinarían mayor cantidad de protección intelectual, esto podría dar cuenta de cómo la certificación externa de aseguramiento de calidad en el periodo analizado no consideraba lo suficiente el ámbito de innovación en las universidades. El modelo es muy poco sensible a inclusión o exclusión de otras variables en el modelo. Finalmente, la prueba Durbin-Wu-Hausman sugiere que no existe evidencia de endogeneidad en el modelo.

5.1.3.2 Recursos totales adjudicados ponderados por factor de número de publicaciones científicas ISI – WoS de la institución respecto del total.

En esta ocasión se toma como instrumento la variable RP entendida como los recursos totales adjudicados en t por las universidades, multiplicado por un factor α_i como ponderación de ajuste al número de publicaciones científicas (N° de Publicaciones WOS+ N° de Publicaciones SciELO no ISI), que refleja la productividad científica del periodo 2007 por universidad respecto del total productividad científica de las universidades en el mismo periodo. Con motivos de análisis, se le asignará el nombre de VI2.

La creación de esta variable instrumental de Bartik sigue la lógica de utilizar una variable exógena, los recursos totales adjudicados totales, ponderada por un factor “local”. De esta manera es posible evidenciar el impacto del sector de la ciencia dada las decisiones de presupuesto público realizadas por el sector político y/o el gobierno de turno, considerando la productividad científica de la institución respecto del total del ecosistema.

En la primera etapa se presentan coeficientes estadísticamente significativos, lo que indicaría una fuerte correlación entre la variable instrumental propuesta y la variable endógena. Además, se comprueba a través de la prueba F que se trata de un instrumento fuerte, pudiéndose concluir la relevancia del instrumento.

Tabla 6: Estimación primera etapa – Variable Instrumental VI2

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	RA_14	RA_14	RA_14	RA_14	RA_14	RA_14
VI2	0.937*** (0.0299)	0.678*** (0.0477)	0.673*** (0.0485)	0.590*** (0.0507)	0.579*** (0.0506)	0.564*** (0.0457)
Docentes con grado de doctor JC		0.00403*** (0.000838)	0.00387*** (0.000877)	0.00280*** (0.000887)	0.00230** (0.000906)	0.00163* (0.000904)
Productividad Científica		-0.000873** (0.000339)	-0.000868** (0.000339)	-0.000600* (0.000336)	-0.000583* (0.000334)	-0.000477* (0.000284)
Antigüedad			0.00128 (0.00208)	0.000188 (0.00204)	0.00163 (0.00212)	0.000231 (0.00201)
Acreditación				0.295*** (0.0637)	0.311*** (0.0637)	0.193*** (0.0630)
Docentes con grado de magíster JC					0.00116** (0.000484)	0.000812* (0.000428)
Programas de doctorado						0.0217 (0.0192)
_cons	1.198* (0.627)	6.101*** (0.947)	6.182*** (0.956)	6.686*** (0.940)	6.676*** (0.934)	7.769*** (0.853)
r2	0.693	0.720	0.720	0.734	0.738	0.778
N	436	416	416	416	416	343

Standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

La segunda etapa presenta coeficientes positivos y estadísticamente significativos sobre las solicitudes de patentes, pero a diferencia de VII no es en todos los modelos. Un aumento del 1% de los recursos adjudicados aumentará en 0,88% de la tasa esperada de solicitudes de patentes. La productividad científica sigue teniendo un efecto consistente con los resultados anteriores. Finalmente, la prueba Durbin-Wu-Hausman sugiere que no existe evidencia de endogeneidad en el modelo.

Tabla 7: Estimación segunda etapa – Variable Instrumental VI2

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	pat_i	pat_i	pat_i	pat_i	pat_i	pat_i
pat_i						
Valores predichos 1° etapa	0.877*** (0.318)	1.384*** (0.335)	0.784 (0.632)	1.436** (0.666)	1.261 (0.773)	2.454* (1.473)
Docentes con grado de doctor JC		-0.000363 (0.00181)	0.000593 (0.00169)	-0.000714 (0.00210)	-0.000361 (0.00219)	-0.00246 (0.00352)
Productividad Científica		-0.00131** (0.000562)	-0.00159*** (0.000563)	-0.00140** (0.000608)	-0.00150** (0.000632)	-0.000830 (0.00104)
Antigüedad			0.0275 (0.0362)	0.0129 (0.0169)	0.0159 (0.0202)	-0.000365 (0.0192)
Acreditación				-0.254 (0.210)	-0.228 (0.220)	-0.477 (0.340)
Docentes con grado de magíster JC					0.000943 (0.00165)	-0.000221 (0.00211)
Programas de doctorado						-0.0518 (0.0582)
_cons	-17.88*** (6.766)	-28.43*** (7.079)	-17.17 (12.17)	-28.92** (12.65)	-25.62* (14.60)	-48.13* (27.84)
N	274	274	274	274	274	274

Standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

5.1.3.3 Recursos totales adjudicados ponderados por factor de número de investigadores(as) de la institución respecto del total.

En esta ocasión se toma como instrumento la variable RI entendida como los recursos totales adjudicados en t por las universidades, multiplicado por un factor α_i como ponderación de ajuste al número de docentes con grado de magíster y docentes con grado de doctorado de jornada completa. Estos datos pretenden reflejar la capacidad de investigación y tamaño de la universidad del periodo 2005 por universidad respecto del total de las universidades en el mismo periodo. Con motivos de análisis, se le asignará el nombre de VI3.

La creación de esta variable instrumental de Bartik sigue la lógica de utilizar una variable exógena, los recursos totales adjudicados totales, ponderada por un factor “local”. De esta manera es posible evidenciar el impacto del sector de la ciencia dada las decisiones de presupuesto público realizadas por el sector político y/o el gobierno de turno, considerando la cantidad de docentes a jornada completa que podrían adjudicarse proyectos, generar investigación y potencialmente innovación, dado el capital humano desarrollado en la institución respecto del total del ecosistema.

En la primera etapa se presentan coeficientes estadísticamente significativos, lo que indicaría una fuerte correlación entre la variable instrumental propuesta y la variable endógena. Además, se comprueba a través del test F que se trata de un instrumento fuerte, pudiéndose concluir la relevancia del instrumento.

Tabla 8: Estimación primera etapa – Variable Instrumental VI3

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	RA_14	RA_14	RA_14	RA_14	RA_14	RA_14
VI3	1.107*** (0.0487)	0.588*** (0.0642)	0.589*** (0.0642)	0.457*** (0.0638)	0.429*** (0.0633)	0.509*** (0.0700)
Docentes con grado de doctor JC		0.00516*** (0.000959)	0.00460*** (0.00104)	0.00290*** (0.00101)	0.00211** (0.00102)	0.000658 (0.00103)
Productividad Científica		-0.000534 (0.000387)	-0.000493 (0.000388)	-0.000129 (0.000373)	-0.000148 (0.000368)	0.00000448 (0.000334)
Antigüedad			0.00333 (0.00233)	0.00107 (0.00224)	0.00336 (0.00229)	0.000235 (0.00233)
Acreditación				0.438*** (0.0614)	0.457*** (0.0608)	0.434*** (0.0668)
Docentes con grado de magíster JC					0.00220*** (0.000585)	0.00174*** (0.000553)
Programas de Doctorado						0.0299 (0.0206)
_cons	-3.129*** (1.042)	7.129*** (1.325)	7.040*** (1.325)	8.120*** (1.270)	8.348*** (1.254)	7.135*** (1.407)
r2	0.506	0.635	0.636	0.672	0.681	0.719
N	505	479	479	479	479	368

Standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

La segunda etapa nos muestra coeficientes positivos y estadísticamente significativos sobre las solicitudes de patentes. En este caso, un aumento del 1% de los recursos adjudicados aumentará en 0,54% de la tasa esperada de solicitudes de patentes. Se mantiene la relación positiva del número de docentes con grado de doctor sobre la variable dependiente, pero a diferencia de los resultados anteriores pierde significancia estadística. La productividad científica mantiene coherencia con los resultados anteriores. Finalmente, al igual que VII la acreditación institucional disminuiría el número de solicitudes de patentes, pero con un coeficiente más negativo. Por otro lado, la prueba Durbin-Wu-Hausman sugiere que no existe evidencia de endogeneidad en el modelo.

Tabla 9: Estimación segunda etapa – Variable Instrumental VI3

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	pat_i	pat_i	pat_i	pat_i	pat_i	pat_i
pat_i						
Valores predichos 1° etapa	0.535*** (0.188)	0.678*** (0.221)	0.460* (0.254)	1.465*** (0.448)	1.424*** (0.523)	2.194** (0.868)
Docentes con grado de doctor JC		0.00248* (0.00149)	0.00241* (0.00140)	0.000753 (0.00146)	0.000816 (0.00152)	0.000490 (0.00162)
Productividad Científica		-0.00161*** (0.000517)	-0.00167*** (0.000526)	-0.00178*** (0.000521)	-0.00179*** (0.000525)	-0.00175*** (0.000512)
Antigüedad			0.0139 (0.00929)	0.0105 (0.00865)	0.0108 (0.00883)	0.00792 (0.00866)
Acreditación				-0.732*** (0.270)	-0.714** (0.294)	-1.088** (0.440)
Docentes con grado de magíster JC					0.000274 (0.00182)	-0.00112 (0.00222)
Programas Doctorado						-0.0524 (0.0432)
_cons	-10.89*** (3.922)	-13.88*** (4.516)	-10.37** (4.921)	-26.53*** (7.658)	-25.85*** (8.859)	-38.80*** (14.68)
N	293	293	293	293	293	293

Standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

5.2 Patentes académicas registradas

La variable recursos adjudicados muestra coeficientes positivos, pero no estadísticamente significativos para determinar un impacto en el registro de patentes académicas. Además, a medida que se añaden más variables en los distintos modelos el coeficiente de la variable independiente principal disminuye lo que podría indicar que la relación está influenciada por otras variables del modelo o no es el mejor método de estimación.

El modelo se ajusta mejor cuando se agregan las variables de control, aunque R-cuadrado es muy pequeño. La productividad científica, presenta coeficientes negativos y estadísticamente significativos, y el número de docentes con grado de doctor coeficientes positivos y estadísticamente significativos. El resto de las variables de control no son estadísticamente significativas. Los coeficientes para los efectos fijos por año son positivos estadísticamente significativos entre 2014-2019.

La regresión de Poisson indica que los recursos adjudicados de I+D presentan una relación positiva y estadísticamente significativa con las solicitudes de patentes, pero mientras se incorporan variables de control la magnitud del efecto disminuye y pierde significancia. Productividad científica presenta coeficientes negativos y estadísticamente significativos en todos los modelos, lo que resulta ser consistente con el modelo de efectos fijos.

La varianza de la variable dependiente es mucho mayor que la media, lo que develaría la presencia de alta variabilidad. Al comparar ambas estimaciones y según los criterios de información (AIC y BIC), el modelo binomial presenta un mejor ajuste a los datos dada la sobre dispersión evidente.

Una vez que se estima el modelo de Binomial negativo los resultados son positivos, pero no estadísticamente significativos para la relación entre patentes académicas registradas y los recursos adjudicados. A medida que se incorporan variables de control pierde significancia y disminuyen los coeficientes. La productividad científica sigue afectando de forma negativa y estadísticamente significativa la variable de patentes académicas registradas. Puede que los datos disponibles no logren dimensionar el efecto real de los recursos adjudicados por las universidades sobre el registro de patentes académicas dado que el registro de patentes depende de un proceso más largo que la solicitud de patentes, por lo que el rezago de 4 periodos puede no ser suficiente.

6. Discusión

Existe el desafío de consolidar el escenario de innovación a nivel universitario. Aunque los recursos sean una aproximación del Gasto I+D, es interesante mirar el impacto del financiamiento a través de proyectos concursables para la I+D+i en Chile, ya que este influye positivamente en la actividad innovadora de las universidades. El presente estudio es la primera investigación económica en el país, y pone en evidencia la importancia del financiamiento de la I+D+i para obtener mayor cantidad de solicitudes de patentes, pero a la vez que la competencia del prestigio científico para adquirir estos recursos tensiona la capacidad de las instituciones para incrementar su actividad de invención y protección al estar altamente concentrada en algunas instituciones. La hipótesis de Pakes & Griliches sobre la estimación de la función de producción de conocimiento y que la investigación universitaria afecta positivamente el incremento de solicitudes de patentes sería cierta para el caso chileno. Los recursos públicos orientados a la I+D resultan esenciales para fomentar la innovación. Esto quiere decir que los resultados son efectivos con I+D intensiva, y que este financiamiento permite explorar conocimiento innovador en la academia y poner atención en la transferencia de este a la sociedad. Todo esto permitiría justificar la asignación de más recursos a la I+D, siempre y cuando el aumento de los recursos sea considerable. Esto tiene sentido con lo planteado en 2022 según WIPO acerca de Chile, donde el país destacó en la eficiencia de elementos que habilitan un ambiente propicio para innovar: la calidad de instituciones, capital humano, infraestructura y la sofisticación de mercados (World Intellectual Property Organization (WIPO), 2022).

La relación entre la generación de artículos científicos y la protección de invenciones da cuenta de que los investigadores(as) tendrían que decidir entre investigar o innovar, por lo que existe un problema de compatibilidad en la actividad científica, aunque con un impacto pequeño. La concentración de recursos hacia la investigación básica estaría limitando la intención de innovar si la prioridad de los académicos(as) es la publicación de artículos científicos en revistas de prestigio, dado a que es lo que permite a las instituciones acceder a mayor financiamiento basal, prestigio y/o crecimiento en la academia. Otro elemento que podrían explicar este hallazgo lateral es cómo la restricción del periodo de gracia podría influir en la presentación de una solicitud de patente una vez terminado el proyecto adjudicado. Además, el número de docentes con doctorado de jornada completa afecta positivamente a la cantidad de solicitudes de patentes, y al igual que la variable de control anterior con un efecto muy pequeño. Esto último tiene sentido, dado que son estos docentes quienes tienen una mayor probabilidad de investigar e innovar por su formación avanzada en investigación, experiencia en proyectos, redes con otros investigadores(as), publicaciones en revistas académicas y presentaciones en conferencias, entre otros motivos.

En este estudio se utilizan 3 diferentes instrumentos para resolver la endogeneidad del modelo. Todas las variables instrumentales son instrumentos fuertes y cercanos al intervalo de la literatura. Esto nos permite obtener una reducción del sesgo de variables omitidas de los recursos a la I+D no considerados, manejo de la endogeneidad y mejora de la interpretación causal con nuestras variables de interés. De esta manera, se refuerza la relación causal y positiva de los recursos adjudicados por las universidades sobre el número de solicitudes de patentes académicas. Respecto a las variables de control de los modelos estimados anteriormente, se confirman los hallazgos con los instrumentos y un hallazgo lateral adicional, es que en dos de las estimaciones con variables instrumentales (VII y

VI3) se encuentra una relación negativa entre los años de acreditación y la capacidad de la universidad para solicitar patentes.

Aunque los recursos sean una aproximación del Gasto I+D, es interesante mirar el impacto del financiamiento a través de proyectos concursables para la I+D+i en Chile, ya que este influye en la cantidad de solicitudes. La discusión también debería considerar la implicancia de estos resultados para las políticas universitarias y de financiamiento. En particular, el análisis sugiere que la inversión en CTCI tiene un retorno tangible en términos de patentes, lo cual es crucial para las estrategias de innovación a largo plazo. Además, el efecto aparente de la productividad científica en las patentes podría incentivar un debate sobre cómo equilibrar la investigación orientada a publicaciones versus la orientada a las invenciones y solicitudes de patentes, con implicaciones en cómo se asignan los recursos y se reconocen los logros académicos en las jerarquías académicas, como, por ejemplo, reglamentos internos de desarrollo académico.

Actualmente es crucial el desarrollo de nuevas tecnologías y la protección de la generación de conocimiento a través de patentes académicas para asegurar que las invenciones generadas en las universidades sean potencialmente comerciables y socialmente beneficiosas. La participación de las universidades ha aumentado durante el periodo, lo que habla de una tendencia creciente hacia la innovación académica, mientras que otros actores van a la baja en las solicitudes de patentes en Chile. Lo mismo indica el ranking de los primeros 10 de solicitantes durante el periodo, donde son las universidades (7) quienes destacan por su volumen de protección intelectual. En España destacan a 4 universidades en el ranking de los primeros 10 solicitantes de patentes del año 2022 destacando que desempeñan un papel fundamental en la innovación junto a los centros de investigación. La misma estadística se repite en Chile, por lo que las universidades juegan un rol relevante en el ecosistema de innovación.

La necesidad de más desarrollo en la innovación en Chile es observable en el volumen de solicitudes de patentes en comparación a otras economías. En 2022 se solicitaron 82 patentes, mientras que en España 323. Por lo tanto, los esfuerzos que realizan las universidades están siendo importantes en proporción al ecosistema de innovación nacional, pero se requiere de políticas públicas que fortalezcan la colaboración entre sectores.

En el área de innovación tecnológica las solicitudes de patentes no son el único indicador para medir el rendimiento de las universidades. Se podría profundizar en el registro de patentes, calidad, licenciamiento, comercialización y colaboración entre organismos, pero dada la falta información este es el primer acercamiento posible en materia de instituciones de educación superior. Queda en evidencia, que la dificultad del acceso a la información es una barrera importante de superar para avanzar en la investigación sobre patentes académicas, por lo tanto, avanzar en otras líneas de investigación significa superar dicha barrera. Un aporte de esta investigación es la base de datos trabajada, dado que articula información que en la actualidad se encuentra dispersa en diferentes organismos. Aun así, queda mucho por hacer para ampliar las líneas de investigación en Chile, sobre todo poniendo el foco en el aumento de la productividad científica de las y los investigadores, y su transferencia para el desarrollo social y económico.

7. Conclusión

Entre 2005 y 2022 se ha realizado una inversión significativa para potenciar la I+D en las universidades alcanzando cifras de aproximadamente \$2.577 billones. A pesar de las fluctuaciones anuales en el financiamiento, estos recursos tienen un impacto directo y cuantificable en la innovación de las universidades, y esto se evidencia con el aumento de las solicitudes de patentes académicas. No solo se encuentra una correlación positiva entre los recursos asignados y las solicitudes de patentes, sino que además un efecto causal. El aumento del presupuesto disponible para la adjudicación de fondos para proyectos científicos universitarios tiene un efecto con un rezago de 4 años sobre las solicitudes de patentes. En particular el periodo de crecimiento en el financiamiento entre 2010 - 2012 explica el incremento de la protección intelectual en los años 2014 – 2016. Con los resultados del estudio es posible estimar las solicitudes de patentes futuras con un rezago de 4 periodos donde es posible ver el impacto del incremento en el presupuesto del año 2021. Los hallazgos de la presente investigación enfatizan en lo relevante que es incrementar o mantener la inversión en I+D para las universidades. La literatura muestra como la inversión en I+D afecta positivamente a las solicitudes de patentes académicas en otros países y esta investigación permite comprobar la hipótesis para el caso de las universidades chilenas.

Se utilizó la función de producción de conocimiento para patentes académicas como método econométrico con la finalidad de analizar el impacto del Gasto I+D en los resultados de la investigación en base a proyectos concursables, y metodologías para datos de recuento (solicitudes de patentes) en el periodo 2005-2022. Se encuentra que los recursos financieros que el estado proporciona a través de concursos públicos potencian la I+D+i una vez que se logra cumplir un ciclo de 4 periodos desde la adjudicación de los recursos por proyecto. Los hallazgos sugieren que un aumento del 1% en el presupuesto total podría resultar en un aumento de 0,55% de solicitudes de patentes como resultado de los proyectos adjudicados. La importancia de la inversión en I+D a través de proyectos concursables por parte del Estado tiene una elasticidad (0,55) que se ubica en el rango de la literatura (0,3 – 0,8), y una vez que se utiliza la primera variable instrumental la elasticidad mejora a **0,58** con VI1, **0,88** con VI2 y **0,54** con VI3.

Bajo la relación encontrada, para aumentar una solicitud de patente más se requiere de una variación del 2,21% en el presupuesto para concursos externos de I+D a los cuales las universidades pueden postular y adjudicar recursos públicos. Grandes variaciones en el presupuesto han evidenciado considerables aumentos de solicitudes de patentes académicas durante el periodo, lo que demuestra la importancia de la inversión en I+D.

Por otro lado, se encuentra como un hallazgo secundario, el trade-off entre investigar e innovar, o, mejor dicho, la elección entre publicar artículos científicos o proteger una invención a través de solicitud de patente. Esto encuentra sus motivos en el prestigio nacional e internacional que las universidades se juegan con las publicaciones científicas. Tanto la orgánica, los recursos y los esfuerzos institucionales están concentrados en promover la investigación básica por sobre la innovación, inclusive en la definición de la jerarquización académica de las instituciones. Si bien es un hallazgo que se complementa con nueva literatura existente, en el caso chileno el efecto es pequeño. A la vez es de relevancia el número de docentes con grado de doctorado en su impacto

positivo a la variable dependiente, y un hallazgo interesante da cuenta de cómo los años de acreditación no tienen una relación positiva con la innovación académica.

Se propone entonces, en miras de avanzar en mayor investigación sobre la actividad de innovación de las universidades consolidar información pública y única sobre las variables analizadas en este estudio, así como otros indicadores sobre comercialización, licenciamiento, spin off, y articulación del ecosistema de innovación. Esto en particular, implicaría que la encuesta de Gasto en I+D y personal logre desagregar información por universidad. En segundo lugar, las universidades y los organismos de educación superior deben promover una cultura institucional con mecanismos de valoración de la actividad de invención, por ejemplo, en los Reglamentos de Carrera Académica o criterios de certificación externa. En tercer lugar, esta investigación resalta la importancia del aumento de en la inversión en I+D, que actualmente es de un 0,34% del PIB al 1% del PIB. Sin dudas el financiamiento a nivel universitario contribuye con mayores resultados de I+D+i y mayor desarrollo económico. Por lo tanto, si se desea estimular la innovación se debe asegurar y/o aumentar los fondos para I+D debido a la relación positiva y directa del financiamiento en la producción de patentes. Las líneas de investigación en la materia quedan abiertas a seguir profundizando otros indicadores de innovación, por ejemplo, para evaluar la calidad de las patentes registradas, cuántas de aquellas terminan en licenciamiento y comercialización, y por último el rendimiento del spin off generadas en la academia.

Referencias

- Al-youbi, A., Zahed, A., Nahas, M., & Hegazy, A. (2021). Statistics of Patents of the World's Most Innovative Universities. *CrossMark*.
- Anselin, L., Varga, A., & Acs, Z. (1997). Local Geographic Spillovers between University Research and High Technology Innovations. *Journal of Urban Economics*, 422-448.
- Bania, N., Eberts, R., & Fogarty, M. (1993). Universities and the Startup of New Companies: Can We Generalize from Route 128 and Silicon Valley? *The Review of Economics and Statistics*, 761-766.
- Beeson, P., & Montgomery, E. (1993). The effect of college and universities on local labor markets. *Review of Economics and Statistics*, 753-761.
- Bonge-Hansen, H. (2023). *baa.no/en*. Obtenido de [baa.no/en](https://baa.no/en/all-articles/the-advantages-of-academic-patenting): <https://baa.no/en/all-articles/the-advantages-of-academic-patenting>
- Branscomb, L., Florida, R., & Kodama, F. (1999). *Industrializing knowledge: University-industry linkages in Japan and the United States*.
- Calderón-Martínez, G. (2014). Patentes en Instituciones de Educación Superior en México. *Revista de la Educación Superior*, 37-56.
- Carayol, N. (2004). Academic Incentives and Research Organization for Patenting at a Large French University.
- Caviggioli, F., De Marco, A., Montobbio, F., & Ughetto, E. (2020). The licensing and selling of inventions by US universities. *Technological Forecasting and Social Change*.
- Coupé, T. (2003). Science Is Golden: Academic R&D and University Patents. *The Journal of Technology Transfer*.
- Diario Constitucional. (12 de noviembre de 2023). *diarioconstitucional.cl*. Obtenido de <https://www.diarioconstitucional.cl/2023/05/29/las-publicaciones-cientificas-son-un-impedimento-para-patentar-un-invento-o-descubrimiento-si-no-se-ha-solicitado-antes-su-registro-por-virgilio-gonzalez/>
- Díaz, E., & Palma, L. (2004). Evaluación de la transferencia de tecnología. El caso de la investigación contratada en las universidades. *XXX Reunión de Estudios Regionales. La política regional en la encrucijada*. Barcelona.
- Ejermo, O., & Källström, J. (2016). What is the causal effect of R&D on patenting activity in a "professor's privileged" country? Evidence from Sweden. *Small Bus Econ*, 677-694.
- Escorsa, P., & Valls, J. (2003). *Tecnología e innovación en la empresa*.
- Foltz, J., Barham, B., & Kim, K. (2000). Universities and Agricultural Biotechnology Patent Production.
- García Quevedo, J. (2000). Factores explicativos de localización de las actividades innovadoras: Universidades e infraestructura tecnológica en España. *III Encuentro de Economía aplicada*. Valencia.
- Goldsmith-Pinkham, P., Sorkin, I., & Swift, H. (2020). Bartik Instruments: What, When, Why and How. *American Economic Review*, 110 (8): 2586-2624.
- Griliches, J. D. (1998). Research Productivity in a System of Universities. *Annals of Economics and Statistics, GENES*, 127-162.
- Griliches, Z., Hausman, J., & Hall, B. (1986). Patents and R and D: Is there a lag? *International Economic Review*.

- Gurmu, S., Black, G., & Stephan, P. (2010). The knowledge production function for university patenting. *Economic Inquiry*, 192-213.
- Hausman. (1984). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*.
- Hausman, N. (2022). University Innovation and Local Economic Growth. *Revista de Economía y Estadísticas*, 718-735.
- Henderson, R., Jaffe, A., & Trajtenberg, M. (1998). University Patenting Amid Changing Incentives for Commercialization. In: Navaretti, G.B., Dasgupta, P., Mäler, K.G., Siniscalco, D. (eds) *Creation and Transfer of Knowledge*.
- INAPI. (2016). *Estrategia Nacional de Propiedad Intelectual*.
- Jaffe, A. (1989). Real effects of Academic Research. *The American Economic Review*.
- Lissoni, F. (2012). Academic patenting in Europe: An overview of recent research and new perspectives. *World Patent Information*, 197-205.
- Lockett, A., & Wright, M. (2005). Resources, capabilities, risk capital and the creation of university spin-out companies. *Research Policy*, 1043-1057.
- López-Leyva, S., & Mungaray, A. M. (2021). Las universidades como motores del desarrollo económico. *Revista de la educación superior*, 155-160.
- Martinez, C. (2018). From academic inventing to university patenting. *WIPO Workshop on PCT Free Reductions for Universities, Geneva, 18 June 2018*. Geneva.
- Mellafe, R. (2012). Patentes en Chile: Aspectos económicos e institucionales. *Tesis pregrado*.
- MinCiencia. (2022). *Radiografía de la ejecución y financiamiento de actividades de investigación y desarrollo de universidades en Chile: Análisis de su trayectoria y comparación internacional*. Santiago.
- MINCIENCIA. (2023). <https://www.explora.cl>. Obtenido de <https://www.explora.cl/blog/con-un-aumento-en-el-presupuesto-se-abre-convocatoria-a-los-proyectos-asociativos-regionales-de-explora/>
- Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España. (2023). *Solicitudes de Patentes Nacionales presentadas o participadas por Universidades Públicas 2008-2022*. Obtenido de OEPM: <https://www.oepm.es/es/sobre-OEPM/estadisticas/estadisticas-de-propiedad-industrial/EVOLUCION-DE-DATOS-ESTADISTICOS-DE-UNIVERSIDADES-PUBLICAS-ESPANOLAS-Y-EL-CONSEJO-SUPERIOR-DE-INVESTIGACIONES-CIENTIFICAS-CSIC/>
- Mowery, D., & Sampat, B. (2001). University Patents and Patent Policy Debates in the USA, 1925–1980. *Industrial and Corporate Change, Volume 10*, 781-814.
- OECD. (2008). *América Latina y el Caribe: La propiedad intelectual después de los tratados de libre comercio*.
- OECD. (2020). *Resourcing Higher Education: Challenges, choices and consequences*. Paris.
- OMPI. (2023). *Hoja de hechos de propiedad intelectual 2022, base de datos estadístico de la OMPI (11/2023)*.
- Payne, A., & Siow, A. (1999). Does federal research funding increase university research output?.
- Rehák, Š., & Špurek, M. (2022). Development of Academic Patenting in European Regions – A Large Scale Analysis. *sciendo*, 148-157.
- Siegel, D., Waldman, D., & Link, A. (1999). Assessing the impact of organizational practices on the productivity of University technology transfers offices: An exploratory study. *NBER Working Paper, n°7256*.

- SINC. (29 de 03 de 2023). *agenciasin.es*. Obtenido de *agenciasin.es*:
<https://www.agenciasinc.es/Noticias/Espana-entre-los-10-paises-de-la-UE-con-mayor-numero-de-solicitudes-de-patente-europea>
- World Intellectual Property Organization (WIPO). (2022). *Global Innovation Index 2022: What is the future of innovation-driven growth?*
- Wong, S., & Salazar, M. (2020). ¿Publicar y patentar? La excepción de divulgación inocua como incentivo a la revelación temprana de los resultados de investigación en la academia. *Revista Chilena de Derecho y Tecnología* .

8. Anexos

Tabla 10: Muestra universidades chilenas, solicitudes totales de patentes académicas y patentes académicas registradas entre 2009-2022

Universidad	Solicitudes de patentes	Patentes registradas	Intensidad de solicitudes de patentes	Tasa de registro
(CL) UNIVERSIDAD DE CONCEPCION	251	172	ALTA	ALTA
(CL) PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE	173	66	ALTA	MEDIA
(CL) UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE	164	102	ALTA	MEDIA
(CL) UNIVERSIDAD DE CHILE	93	69	MEDIA	ALTA
(CL) UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA	84	50	MEDIA	MEDIA
(CL) UNIVERSIDAD DEL BIOBIO	41	31	MEDIA	ALTA
(CL) UNIVERSIDAD DE ANTOFAGASTA	28	12	MEDIA	MEDIA
(CL) UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE	24	14	MEDIA	MEDIA
(CL) UNIVERSIDAD CATOLICA DEL NORTE	23	13	MEDIA	MEDIA
(CL) UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA	21	12	MEDIA	MEDIA
(CL) UNIVERSIDAD CATOLICA DEL MAULE	17	9	MEDIA	MEDIA
(CL) UNIVERSIDAD CATOLICA DE TEMUCO	16	11	MEDIA	ALTA
(CL) UNIVERSIDAD DE VALPARAISO	16	12	MEDIA	ALTA
(CL) UNIVERSIDAD DE TALCA	15	7	MEDIA	MEDIA
(CL) UNIVERSIDAD DIEGO PORTALES	15	2	MEDIA	BAJA
(CL) PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE VALPARAISO	12	4	MEDIA	BAJA
(CL) UNIVERSIDAD DEL DESARROLLO	10	3	MEDIA	BAJA
(CL) UNIVERSIDAD BERNARDO O'HIGGINS	8	2	BAJA	BAJA
(CL) UNIVERSIDAD CATOLICA DE LA SANTISIMA CONCEPCION	8	4	BAJA	MEDIA
(CL) UNIVERSIDAD ANDRES BELLO	6	3	BAJA	MEDIA
(CL) UNIVERSIDAD ARTURO PRAT	6	2	BAJA	BAJA
(CL) UNIVERSIDAD DE ATACAMA	5	5	BAJA	ALTA
(CL) UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	4	1	BAJA	BAJA
(CL) UNIVERSIDAD DE LOS LAGOS	4	4	BAJA	ALTA
(CL) UNIVERSIDAD SAN SEBASTIAN	4	1	BAJA	BAJA
(CL) UNIVERSIDAD ADOLFO IBAÑEZ	3	1	BAJA	BAJA
(CL) UNIVERSIDAD AUTONOMA DE CHILE	3	0	BAJA	BAJA
(CL) UNIVERSIDAD DE TARAPACA	3	1	BAJA	BAJA
(CL) UNIVERSIDAD TECNOLOGICA METROPOLITANA	3	0	BAJA	BAJA
(CL) UNIVERSIDAD DE MAGALLANES	1	0	BAJA	BAJA
(CL) UNIVERSIDAD MAYOR	1	1	BAJA	ALTA
(CL) UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	1	1	BAJA	ALTA
(CL) UNIVERSIDAD ACADEMIA DE HUMANISMO CRISTIANO	0	0	NO SOLICITAN PATENTES	NO SOLICITAN PATENTES
(CL) UNIVERSIDAD ADVENTISTA DE CHILE	0	0	NO SOLICITAN PATENTES	NO SOLICITAN PATENTES
(CL) UNIVERSIDAD ALBERTO HURTADO	0	0	NO SOLICITAN PATENTES	NO SOLICITAN PATENTES
(CL) UNIVERSIDAD BOLIVARIANA	0	0	NO SOLICITAN PATENTES	NO SOLICITAN PATENTES
(CL) UNIVERSIDAD CATÓLICA CARDENAL RAÚL SILVA HENRÍQUEZ	0	0	NO SOLICITAN PATENTES	NO SOLICITAN PATENTES
(CL) UNIVERSIDAD CENTRAL DE CHILE	0	0	NO SOLICITAN PATENTES	NO SOLICITAN PATENTES
(CL) UNIVERSIDAD DE LA SERENA	0	0	NO SOLICITAN PATENTES	NO SOLICITAN PATENTES
(CL) UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS	0	0	NO SOLICITAN PATENTES	NO SOLICITAN PATENTES
(CL) UNIVERSIDAD DE PLAYA ANCHA	0	0	NO SOLICITAN PATENTES	NO SOLICITAN PATENTES

(CL) UNIVERSIDAD FINIS TERRAE	0	0	NO SOLICITAN PATENTES	NO SOLICITAN PATENTES
(CL) UNIVERSIDAD GABRIELA MISTRAL	0	0	NO SOLICITAN PATENTES	NO SOLICITAN PATENTES
(CL) UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	0	0	NO SOLICITAN PATENTES	NO SOLICITAN PATENTES
(CL) UNIVERSIDAD SEK	0	0	NO SOLICITAN PATENTES	NO SOLICITAN PATENTES
(CL) UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CHILE INACAP	0	0	NO SOLICITAN PATENTES	NO SOLICITAN PATENTES

Tabla 11: Variables utilizadas base de datos

Variable	Fuente	Detalle
Universidad	CNED	Nombre universidad
Tipo de institución	CNED	Estatual CRUCH; Privada CRUCH; Privada
Antigüedad	CNED	Se construye variable desde año de origen
Acreditación	CNED	Número de años de acreditación institucional
Docentes con grado de doctor jornada completa	CNED	Número de docentes con grado de doctor jornada completa
Docentes con grado de magíster jornada completa	CNED	Número de docentes con grado de magíster jornada completa
Programas de Doctorado	CNED	Número de programas de doctorado
Productividad Científica	CNED	Número de publicaciones científicas Scielo y WoS
Monto total	MINCIENCIA	Monto total adjudicado de proyectos CTCI (ANID + CORFO + Subsecretaría CTCI)
Monto ANID área de conocimiento	MINCIENCIA	Montos adjudicados de proyectos según área de conocimiento (7 áreas)
Monto CORFO sector económico	MINCIENCIA	Montos adjudicados de proyectos según sector económico (28 sectores)
Monto Subsecretaría área de conocimiento	MINCIENCIA	Montos adjudicados de proyectos según área de conocimiento (7 áreas)
Salario promedio académico(a)	CNED	Se construye variable de salario según el salario mensual
Patentes individuales	INAPI	Nº total de solicitudes de patentes individuales académicas
Estado de patentes	INAPI	Estado: Abandonadas, caducadas, desechadas, en trámite, rechazadas, registradas .

Tabla 12: Proyección de solicitudes de patentes en base al presupuesto real ajustado al año 2022

Año	Presupuesto Ajustado a 2022 (CLP)	Solicitudes de patentes académicas
2009	\$228.538.000.000	30
2010	\$163.517.100.000	36
2011	\$170.805.700.000	54
2012	\$285.669.300.000	53
2013	\$127.010.500.000	46
2014	\$242.485.900.000	105
2015	\$218.675.000.000	117
2016	\$183.317.200.000	117
2017	\$199.970.700.000	115
2018	\$208.439.500.000	67
2019	\$217.476.700.000	85
2020	\$185.136.800.000	74
2021	\$271.173.800.000	81
2022	\$154.543.600.000	83
2023	\$156.089.036.000	85
2024	\$157.649.926.360	78
2025	\$159.226.425.624	98
2026	\$160.818.689.880	75
2027	\$162.426.876.779	75
2028	\$164.051.145.546	76
2029	\$165.691.657.002	76