

Patentes, tamaño de empresa y financiamiento público en México: análisis regional con modelos de datos de conteo

Mauro Soto Rubio - Universidad Autónoma de la Laguna, México
Vicente Germán-Soto¹ - Universidad Autónoma de Coahuila, México
Luis Gutiérrez Flores - Universidad Autónoma de Coahuila, México

Resumen

El objetivo es analizar la influencia del financiamiento público en la creación de patentes de los estados mexicanos durante 2009-2017. El patentamiento es uno de los resultados de la actividad innovadora que el gobierno puede estimular mediante el financiamiento de proyectos. La teoría schumpeteriana sugiere una relación positiva en la que las empresas grandes tienden a innovar más porque poseen mayores recursos para invertir en I+D, lo que permite economías de escala. La metodología de datos de conteo encuentra efectos positivos, diferenciados por tamaño de empresa, del financiamiento público y la educación sobre el patentamiento, los cuales muestran más consistencia en empresas grandes. Para fomentar la innovación, se recomienda diseñar programas públicos personalizados por tamaño de empresa junto a estrategias que busquen mejorar los logros educativos. Además de las restricciones metodológicas, los resultados dependen de la medición de la innovación desde patentes, lo que implica que la evidencia estimada podría ser mayor. Esta investigación contribuye al nexo financiamiento-innovación porque usa datos desagregados por tamaño de empresa y tipo de financiamiento. Se concluye que el financiamiento público impulsa la innovación.

Clasificación JEL: C25, O16, O31, R12.

Palabras clave: Patentes, Innovación regional, Financiamiento público, I+D, Datos de conteo.

Patents, Firm Size, and Public Financing in Mexico: Regional Analysis from Count Data Models

Abstract

The aim is to analyze the influence of public financing on patent creation at the Mexican state level during 2009-2017. Patenting is one of the outcomes by the innovative activity that the government can stimulate by financing projects. Schumpeterian theory suggests a positive relationship in which large firms tend to innovate more because they have greater resources to invest in R&D, allowing economies of scale. Count data methodology finds positive effects, that differ by size of firm, from public financing and education on patenting, which show more consistency in large firms. To encourage innovation, it is recommended to design customized public programs by firm size alongside strategies that seek to improve educational achievements. Besides to methodological constraints, the results depend by the measurement of the innovation from patents, implying that the estimated evidence could be broader. This research contributes to the financing-innovation nexus because it uses disaggregate data by size of firm and type of financing. It is concluded that public financing encourages innovation.

JEL Classification: C25, O16, O31, R12.

Keywords: Patents, Regional Innovation, Public financing, R&D, Count data.

¹ Autor de correspondencia. Unidad Camporredondo, Edificio "E", s/n, entre Av. De Los Maestros y David Berlanga. C.P. 25280, Saltillo, Coahuila. Teléfono: +52 844 412 87 82, Fax: +52 844 410 26 79. Email: vicentegerman@uadec.edu.mx

*Sin fuente de financiamiento para el desarrollo de la investigación



1. Introducción

La inversión pública y privada en I+D (investigación y desarrollo) que se realiza en México, así como el nivel de innovación, muestran un desempeño muy inferior al que se ejerce en los países de la OCDE (organización para la cooperación y el desarrollo económico). El resultado se mantiene incluso en comparación con algunos países latinoamericanos. La proporción del gasto privado en I+D del total nacional del GIDE (gasto en investigación y desarrollo experimental) ha ido en decremento, al pasar de 44.57 por ciento, en 2007, a 17.46 por ciento, en 2018. Esa tendencia contrasta con el gasto privado en I+D realizado durante varios lustros en los países desarrollados. Por ejemplo, en 2018, fue de 79 por ciento en Japón, 77 por ciento en Corea del Sur, 76 por ciento en China, 63 por ciento en Alemania, 66 por ciento en Estados Unidos, y 54 por ciento en el Reino Unido. El promedio para países de la OCDE es ligeramente superior al 60 por ciento, es decir, más de 40 puntos porcentuales por encima del gasto observado en México. En América Latina la participación privada en el GIDE como proporción del PIB es menor, aunque países como Chile y Colombia registraron una participación de 30 y 41 por ciento, respectivamente, en 2018. Por otro lado, Argentina presenta una participación privada del 18 por ciento, muy similar al caso mexicano.²

Así, entre los múltiples factores que inciden en esta disparidad en la inversión de recursos se encuentra el papel que juega el tamaño de la empresa y el nivel de incentivos que fluye hacia el sector empresarial para llevar a cabo actividades de innovación. De ahí también la importancia que pueden tener las políticas públicas de fomento a la innovación.

El tamaño de la empresa es crucial en el proceso de innovación (Schumpeter, 1942). En las últimas décadas, esta relación ha adquirido mayor relevancia a partir de la creciente ola de integración económica observada en gran parte del mundo, la que a su vez ha dado pie a un ambiente más competitivo que exige mayor productividad de las empresas (Maiti y Singh, 2011). Dado que las grandes y pequeñas empresas difieren en la construcción y uso de los activos estratégicos, el tamaño de la empresa se ha vuelto primordial para comprender la relación entre la innovación y su financiamiento (Jin, Navare y Lynch, 2019).

Por otro lado, el financiamiento público ha mostrado ser un factor institucional relevante en el fomento de la innovación en las empresas debido a que resuelve algunas de las fallas de mercado que caracterizan a la inversión en I+D (Ulku, 2004; Becker, 2015; David, Hall, y Toole, 2000; Brozinini y Piselli, 2009; entre otros), aunque el efecto varía en función del tamaño de la empresa (Fernández-Sastre y Montalvo-Quizhpi, 2019 y Lambert, 2020) con mayores problemas de financiamiento en las más pequeñas (Magri, 2009 y Lambert, 2020).

Desde una visión agregada, una economía innovadora se considera indispensable para lograr un crecimiento económico sostenido (Lucas, 1988; Romer, 1990; Grossman y Helpman, 1991; Aghion y Howitt, 1992), por tanto, se han diseñado políticas públicas para incentivar la innovación en el ámbito empresarial (OCDE, 2010). La presencia de políticas públicas con este fin requiere de diversos

² Véase OECD.Stat. Disponible en: https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB (consultado el 30 de abril de 2021).

análisis empíricos que permitan conocer su desempeño, alcanzar algunas lecciones e identificar posibles áreas de oportunidad.

Esta investigación considera el tamaño de la empresa de las entidades federativas mexicanas para probar la relación postulada por la teoría schumpeteriana sobre efectos positivos y diferenciados por tamaño de empresa entre financiamiento y resultados de la innovación. Las grandes empresas son las que, a menudo, cuentan con los recursos necesarios para invertir en I+D, así como con las capacidades para capitalizar esa inversión en innovaciones, las que a su vez se traducen en beneficios (Schumpeter, 1942; Becker, 2015 y Lambert, 2020).

Desde la perspectiva del contexto estatal mexicano, ¿cómo será la relación entre gasto y nivel de innovación de las entidades del país si se toma en cuenta el tamaño de la empresa? ¿En qué medida influyó el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) en el grado de innovación realizado por las empresas? ¿Son las grandes empresas las que impulsan la innovación? Y, por tanto, ¿se debe apoyar el financiamiento en las pequeñas empresas? Algunos estudios que utilizan la base de datos del PEI encuentran efectos positivos, pero muy focalizados a variables generales como personal en innovación, pero no en medidas como patentamiento o gasto privado en I+D (Chavez, 2019), sin embargo, cuando el análisis se enfoca a nivel de entidad federativa y se considera el tamaño de la empresa, la situación puede ser distinta.

El objetivo general de esta investigación es estimar el efecto del financiamiento público sobre el grado de innovación de las empresas a nivel de entidad federativa entre 2009 y 2017. Asimismo, se busca observar si este financiamiento tiene efectos diferenciados en el nivel de innovación en función del tamaño de la empresa por entidad del país. Debido a la heterogeneidad presente en el ámbito estatal, se propone modelar esta relación ampliando la ecuación de regresión con variables como nivel medio de educación, stock de capital industrial y saldo migratorio, las cuales, aparte de controlar por diferencias estructurales, informarán sobre su impacto y papel desempeñado en los resultados de innovación medidos desde patentes.

Por tanto, la hipótesis de investigación es que en México el financiamiento público ejerció un efecto positivo y diferenciado por tamaño de empresa y entidad federativa en los resultados de innovación. Además, factores estructurales como la educación y el capital industrial inciden positivamente, mientras que el saldo migratorio neto lo hace de forma negativa.

Si bien existen estudios a nivel de países y regiones que relacionan el financiamiento público, el tamaño de la empresa y la innovación generada, en el caso mexicano no ha sido así, por lo que este trabajo busca cubrir este vacío aportando evidencia a nivel de entidad federativa sobre el tema cubriendo un periodo relativamente más largo del que hasta el momento se ha realizado. Por otro lado, los estudios existentes sobre el PEI son, principalmente, evaluaciones de los indicadores de resultados de tal programa,³ pero ninguno presenta un enfoque por tamaño de empresa como el que plantea la presente investigación.

Después de este preámbulo, el trabajo continúa con el marco teórico (sección 2), el repaso de la literatura sobre el tema (sección 3), el contexto empírico (sección 4), la descripción de la metodología de estimación (sección 5), la estrategia de modelación empírica (sección 6) y, finalmente, las secciones 7 y 8 comentan los hallazgos y conclusiones más importantes.

³ Véase CONACYT (2018), Villareal, Cuen y Gracia (2019) y Villavicencio (2020).

2. Marco teórico de la relación entre innovación y tamaño de la empresa

Los enfoques de la economía evolucionista y la nueva teoría del crecimiento son los dos marcos teóricos en la literatura que permiten estudiar los determinantes de la innovación y su importancia en una economía (Antonelli, 2017). El primero se consolida como un cuerpo teórico a partir de las aportaciones de Schumpeter (1942), cuyo trabajo sirvió de base para futuros desarrollos, como aquellos de Nelson y Winter (1982), Dosi *et al.* (1988), Freeman (1990) y Hamilton (1991), entre otros.

Schumpeter (1942) afirmó que los beneficios por encima del promedio incentivan al empresario a internarse en un proceso innovador. Asimismo, con el concepto de “destrucción creativa”⁴ marca un antes y un después en el área de la innovación.

A partir de la propuesta de Schumpeter surgieron otras dos hipótesis no menos importantes. La primera afirma que las grandes empresas tienen más probabilidades que las pequeñas de participar en actividades de I+D e introducir innovaciones. La segunda, en cambio, sostiene que las empresas que participan en mercados poco competitivos tienden a introducir más innovaciones que las pertenecientes a estructuras caracterizadas por una alta competencia.

En la primera conjetura se mezclan conceptos de economías de escala y de alcance que caracterizan a las grandes empresas y facilitan el desarrollo de las actividades de I+D. Por un lado, el costo fijo por proyecto de innovación se puede distribuir entre un número mayor de unidades, mientras que, de otro lado, el riesgo que conlleva una inversión puede absorberse mejor porque es posible diseminarlo en una cartera más amplia de proyectos. Una mayor cantidad de emprendimientos conlleva también un conjunto más amplio de problemas a resolver y, consecuentemente, mayor experiencia asociada (Nelson, 1959). En este sentido, las grandes empresas gozan de mayor capacidad de inversión en proyectos de I+D que las pequeñas debido a varias razones. Primero, los montos de los recursos que manejan. Segundo, la posibilidad de diversificar el riesgo inherente a la inversión. Tercero, la facilidad para reducir el costo de los proyectos por el efecto escala y, finalmente, por la magnitud de los beneficios potenciales que pueden obtener derivados de una innovación exitosa.

Debido a que desarrollar procesos innovadores resulta costoso, los agentes que tienden a encargarse de ello son las empresas grandes que cuentan con los recursos necesarios para invertir y asumir el costo en términos del tiempo que implica un proyecto de I+D, así como la capacidad de capitalizar los beneficios de alguna innovación (Galbraith, 1952). Por otro lado, las firmas pequeñas están inmersas en un ambiente más competitivo, son más frágiles financieramente y más adversas al riesgo (Arrow, 1962; Plehn-Dujowich, 2009; Magri, 2009), por lo que su participación en programas de I+D tiende a ser menor.

⁴ El término hace referencia a los cambios en los productos, o procesos productivos, que originan productos nuevos que desplazan o mejoran a los existentes.

Este conjunto de razones teóricas señala a los entes corporativos de mayor tamaño como los protagonistas infalibles en la generación de innovaciones y también subraya su importancia como promotores del crecimiento y el dinamismo de una economía en su conjunto (Becker, 2015).

Otros trabajos, como Dosi *et al.* (1994), también abordan el tema del riesgo asumido por los empresarios al momento de invertir en proyectos de I+D, quienes esperan que el resultado de esta inversión (la innovación) les permita aumentar el poder de mercado y, por lo tanto, los beneficios. Asimismo, Cimoli y Dosi (1994) señalan que en función del tipo y alcance de la innovación es como las empresas pueden apropiarse de los beneficios derivados.

Respecto al alcance de la innovación, Rosenberg (1982) hace una distinción primordial entre innovaciones ‘radicales’ e ‘incrementales’. Las primeras dan origen a nuevos productos o procesos, mientras que las segundas hacen referencia a las mejoras realizadas. La distinción es imprescindible por la diferencia que puede significar en términos de costos y capacidades necesarias para emprender diferentes tamaños de proyectos creativos. En este sentido, se esperaría que las mejoras incrementales sean realizadas mayormente por las empresas de menor tamaño, en tanto que las innovaciones de elevado impacto productivo, o económico, sean ejecutadas por las de gran tamaño.

El monto de recursos disponibles y el riesgo asociado a la realización de proyectos de I+D se conectan de forma natural con el tema del financiamiento, mismo que ayuda a resolver el problema de la escasez de recursos en las empresas y, dependiendo del mecanismo, reparte el riesgo asumido cuando se da la participación de otros actores en el emprendimiento de un proyecto de I+D.

En este sentido, existe consenso en la literatura respecto al efecto positivo del financiamiento público -en sus distintas modalidades- sobre la inversión en I+D y el número de innovaciones. Varios estudios recientes confirman que los apoyos públicos dirigidos a I+D incrementan la inversión privada de este tipo, así como el número de innovaciones que se producen (David, Hall y Toole, 2000; Klette, Moen, y Griliches, 2000; Brozinini y Piselli, 2009; Lazonick y Mazzucato, 2013; Becker, 2015; Dimos y Pugh, 2016; Mazzucato y Semieniuk, 2017). En particular, Torun y Çiçekçi (2007) y Becker (2015) resaltan la importancia de los fondos de gobierno en el impulso a la investigación, justamente el tipo de política pública cuyos datos se analizan en este trabajo, no sólo por los incentivos que genera para fomentar la innovación sino también por los *spillovers* que produce.

Como consecuencia de que la innovación incorpora algunas fallas de mercado que obedecen a la naturaleza misma de la difusión del conocimiento, el gobierno debe ejercer un papel fundamental apoyando las actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI) (Romo, 2006).

Debido a que la creatividad puede ser la base para comenzar un negocio y el financiamiento es típicamente necesario para iniciarlo (Wang y Schøtt, 2020), el programa de estímulos a la innovación califica adecuadamente como un instrumento de política que impulsa el emprendedurismo, ya que transfiere recursos complementarios a las entidades privadas que buscan realizar proyectos innovadores.

Sin inversión en I+D, que lleve a la generación de innovaciones, y un sólido tejido de redes entre inversores e investigadores (Wang y Schøtt, 2020), las empresas difícilmente podrán desarrollar sus capacidades en CTI, por lo que tampoco contarán con los medios científicos y tecnológicos que les permitan incrementar la productividad y convertirse en palanca del crecimiento económico del país (Romo, 2006).

En suma, el tema de la innovación, su relación con el tamaño de la empresa y la política pública que la fomenta, resultan de gran trascendencia en un país como México. Por un lado, el nivel de

innovación realizado es muy bajo en relación a su potencial, por lo que la política pública en CTI debe ser reforzada y valorada de una mejor manera para lograr que las ideas creativas se conviertan, efectivamente, en un producto de innovación. Por otro lado, el país tiene la posibilidad de lograr un crecimiento potencialmente elevado de las capacidades científicas, al presentar una interacción muy estrecha con uno de los mercados de mayor ingreso per cápita y más innovadores, como lo es el estadounidense, ventaja que se puede formalizar si se hacen las cosas de manera diferente, es decir, si se innova.

3. ¿Qué dicen los estudios empíricos? Un repaso de la literatura

¿Qué lecciones se extraen desde los estudios empíricos sobre el papel que juegan el tamaño de la empresa y el financiamiento público en la innovación? Desde diversas metodologías, bases de datos y periodos de estudio, el común denominador es que la actividad innovadora aumenta conforme crece la escala de la empresa.

Para algunos estudios, como Scherer (1965), Acs y Audretsch (1988 y 1990), Plehn-Dujowich (2009) y Magri (2009), si bien la producción de inventiva crece con el tamaño de la empresa, ésta lo hace de una manera menos que proporcional. También se encontró que esta relación depende, entre otros factores, del ambiente de creación de tecnología (Acs y Audretsch, 1991), del ciclo de vida de la industria y de la concentración del mercado de productos (Alsharkas, 2014).

Scherer (1965) utilizó una muestra integrada por las 448 empresas más grandes de los Estados Unidos en el año 1955 y midió la innovación a partir de las patentes, mientras que el tamaño de la empresa se valoró desde el volumen de las ventas. Entre los resultados, sobresale que la actividad de inventiva aumenta con el volumen de ventas de las empresas, pero generalmente a una tasa menos que proporcional.

Acs y Audretsch (1988) utilizaron como medida de la actividad innovadora la cantidad de innovaciones por industria de la SIC (*Standard Industrial Classification*) a nivel de cuatro dígitos, en el año 1982, y clasificaron a las empresas de los Estados Unidos en dos grupos: las pequeñas con hasta 500 trabajadores y las grandes con más de 500 empleados. Los principales resultados indicaron que el número total de innovaciones se relacionó positivamente con la I+D, la mano de obra calificada y el grado en el que las grandes empresas formaron parte de la industria.

Cohen y Klepper (1996) manejaron datos de la Comisión Federal de Comercio de los Estados Unidos para observar la relación entre el nivel de gasto en I+D y el tamaño de empresa en cuatro años y 75 industrias. Entre los resultados, la I+D y el tamaño de empresa se relacionaron estrecha y positivamente dentro de las industrias. Además, la I+D aumentó proporcionalmente con el tamaño de la empresa en la mayoría de las industrias, mientras que el número de patentes o innovaciones generadas por dólar de I+D disminuyó. Los autores destacaron que la principal ventaja de las grandes empresas en materia de innovación fue la dispersión de los costos de inversión en I+D.

Vaona y Pianta (2008) estudiaron las empresas manufactureras de ocho países europeos, integradas en 22 sectores, tres tamaños de empresa y cinco periodos.⁵ La probabilidad de que una

⁵ Los países del estudio son: Austria, Francia, Italia, Holanda, Noruega, Portugal, Suecia y Reino Unido.

empresa resultase innovadora fue mayor para las de tamaño grande, mientras que el acceso al financiamiento promedió un efecto no significativo.

Raffo, Lhuillery y Miotti (2008) analizaron la inversión en I+D en tres países europeos (Francia, España y Suiza) y tres latinoamericanos (Argentina, Brasil y México) y encontraron que los fondos públicos se tradujeron en mayor probabilidad de innovar en ambos grupos. El tamaño de empresa lo clasificaron en cuatro categorías, desde las cuales existió correspondencia con la teoría schumpeteriana, de tal forma que en los seis lugares las empresas grandes exhibieron mayor probabilidad de invertir en I+D.

Crespi y Zuniga (2012) abordaron los determinantes de la inversión en innovación a nivel de empresa de seis naciones latinoamericanas (Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Panamá y Uruguay) y destacaron que el tamaño empresarial mostró efectos marginales positivos en cuanto a la probabilidad de invertir en actividades de innovación. El financiamiento público fue significativo y positivo en la intensidad del gasto en innovación ejercido solamente por Chile, Colombia y Costa Rica, con mayor efecto marginal en este último país. En Chile y Colombia, las empresas que recibieron apoyos gubernamentales ejercieron una inversión 80 por ciento superior a la de las corporaciones restantes.

Alsharkas (2014) dirigió la atención a un grupo de 26 países de Europa del Este usando un modelo logístico donde la innovación fue la variable dependiente. Desde la perspectiva de datos organizados en series de tiempo, los resultados señalaron que tanto las firmas medianas como las grandes tuvieron efectos positivos en la innovación, aunque el acceso a recursos financieros fue no significativo. Con el análisis de datos en forma de corte transversal se destacó que las empresas grandes presentaron una probabilidad a innovar ligeramente mayor en comparación a sus contrapartes pequeñas y medianas. El acceso a recursos financieros, además de positivo y significativo, significó un nivel de innovación 25 por ciento superior al caso opuesto en el que no se había podido obtener financiamiento.

Knott y Vieregger (2017) utilizaron la encuesta anual del *Business Research and Development and Innovation Survey* (BRIDS) de los Estados Unidos para construir un índice de investigación y documentaron una relación positiva entre la escala de la empresa y la inversión en I+D en la que el factor tamaño explicó, aproximadamente, el 48% de la varianza intra-firma en el gasto en I+D.

Por otro lado, Acs y Audretsch (1987) encontraron que las pequeñas empresas son más innovadoras en entornos competitivos, mientras que las grandes lo son en mercados de tipo oligopólico. De igual forma, Rothwell y Dogson (1994) mostraron que la intensidad en la innovación es mayor en las pequeñas empresas dentro de las primeras etapas del ciclo de vida de una industria, mientras que en etapas más maduras la situación es favorable a las empresas más grandes. En Rogers (2004), las pequeñas empresas pueden tener algunas ventajas como la flexibilidad en los proyectos de investigación, así como en la implementación de las innovaciones.

Por lo tanto, la hipótesis schumpeteriana no es tan obvia y su cumplimiento está en función de una variedad de factores y contextos, lo que hace necesario probarla de forma empírica. Es decir, el tamaño de empresa, las ventajas asociadas y el acceso a financiamiento son sólo algunos de los factores que inciden en el nivel de innovación.

Los efectos no llegan a ser sustanciales en estudios recientes sobre México (Chavez, 2019), pero los apoyos financieros ofrecen más oportunidades de negocios y crean grupos de emprendedores que promueven la innovación a través de la inversión foránea (Kato-Vidal y

Martínez, 2018). Este tipo de esquemas se hallan también conectados con la existencia de un pequeño número de regiones efectivamente fuertes en industrias y servicios intensivos en conocimientos, lo que deja pocas sinergias para impulsar la innovación a escala subnacional (Porto-Gómez, Zabala-Iturriagagoitia y Leydesdorff, 2019).

4. El contexto empírico mexicano: datos, variables y temporalidad de la información

En la etapa más reciente de la historia de México, la política de apoyo a la innovación ha tenido diversas modificaciones. A partir de 2009, por ejemplo, el gobierno federal canceló el programa de incentivos fiscales⁶ sobre las actividades de innovación del sector empresarial. En su lugar se articuló un esquema de transferencias directas a través del PEI cuyo principal objetivo fue brindar apoyos económicos complementarios a las empresas que llevaran a cabo proyectos de innovación. El programa manejó 693 proyectos, en promedio anual, durante el periodo.

Dentro de los objetivos del PEI, el número tres destaca por su relación con los propósitos de esta investigación, el cual a la letra dice: “Impulsar inversión (sic) en IDTI (Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación) en todas las entidades federativas de la República Mexicana”.⁷

El PEI tiene tres modalidades de estímulos que atienden a empresas de diferente tamaño: INNOVAPYME, INNOVATEC y PROINNOVA. En las tres formas se otorgan más recursos a las empresas que realizan sus proyectos en vinculación con Instituciones de Educación Superior (IES) o Centros Públicos de Investigación (CPI's).⁸

El PEI, si bien no ha sido el único instrumento de apoyo a las empresas en materia de CTI, sí fue el más importante en términos de recursos económicos que operó el CONACYT (Consejo nacional de Ciencia y Tecnología). Por esta razón, a cuatro años de su finalización, es fundamental examinar los efectos logrados en materia de impulso a la innovación desde una perspectiva hasta el momento no abordada, es decir, tomando en cuenta el tamaño de la empresa.

La variable dependiente en esta investigación es el número de solicitudes de patentes por entidad federativa reportado en los informes anuales del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI). Aunque esta unidad de medida se introduce como *proxy* de innovación, el acto mismo de registro de inventiva plasmado en una patente resulta insuficiente para cubrir una realidad más amplia como la innovación, sin embargo, el mismo problema se presenta con cualquier otra figura usada para representar la actividad innovadora, como es el caso de la propiedad intelectual, los valores monetarios o algún otro índice elaborado con ese propósito. En cambio, a favor del uso de las patentes existe una amplia literatura que, aceptando sus limitaciones, respalda este indicador como una buena aproximación a los resultados de la innovación (Grilliches, 1998; Bloom y Van Reenen, 2002; Nagaoka, Motohashi y Goto, 2010). Además, debido a que se ha generalizado como

⁶ Sin embargo, para el año 2017 se regresó a este sistema, aunque bajo un nuevo esquema de operación, al abrirse la primera convocatoria de incentivos fiscales.

⁷ Lineamientos del Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico.

⁸ Lineamientos del Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación.

indicador,⁹ su uso permite hacer comparaciones del desempeño innovador a nivel de países y regiones del mundo, lo que constituye una ventaja al momento de ubicar el progreso realizado.

La información de gasto en innovación disponible sobre PEI cubre el periodo 2009-2017. En este trabajo se agrega a nivel de entidad federativa y se desglosa por tipo de financiamiento (público y privado) y por tamaño de empresa. Asimismo, se usa en términos relativos al empleo promedio reportado en la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) por tamaño de empresa. Mientras que también se tiene información anual sobre el número de patentes reportadas por el IMPI. Por tanto, se dispone de la información necesaria para emprender métodos de panel con las 32 entidades federativas, a partir de la base de datos del PEI. Los datos se organizaron de acuerdo con el total de proyectos realizados por tamaño de empresa, año y entidad federativa. Posteriormente, se calculó el monto de los recursos aportados por las empresas en cada proyecto, así como aquellos que fueron recibidos por parte del PEI. El factor educación se concibe desde los datos sobre años de escolaridad promedio de la Secretaría de Educación Pública (SEP).

También se incluyeron dos indicadores que se utilizan como variables control en la ecuación de regresión: stock de capital físico (Germán-Soto, 2008) y migración neta interestatal (Conapo e INEGI). Esta última variable se incluye al modelo atendiendo recomendaciones de varios autores que destacan a la migración como un fenómeno que incide en la innovación. Por ejemplo, la pérdida de talento en alguna unidad geográfica puede disminuir el potencial de innovación a la vez que lo estaría ganando la localidad receptora (Audretsch, 1998; Gordon y McCann, 2005; Kerr, 2010; Borjas, 1999; Kloosterman y Rath, 2003; Poot, 2008; Zucker y Darby, 2007; Hunt, y Gauthier-Loiselle, 2008; Ozgen, Nijkamp y Poot, 2011).

Adicionalmente, se construyó un segundo panel con aquellas entidades que mostraron participación continua y constante en el PEI a lo largo del periodo de análisis, ya que, diferentemente, un grupo de estados tuvo participación nula o débil, lo que en estudios regionales se constituye en un sesgo cuando se busca entender y captar el efecto estimado desde métodos de regresión.

5. Metodología de estimación

La variable dependiente tiene características de conteo, razón por la cual deben conducirse modelos de datos de panel estimados con métodos de Poisson y Binomial Negativo (Scott y Freese, 2001; Winkelmann, 2008; Greene, 2008; Wooldridge, 2010; Gujarati y Porter, 2010). Poisson y Binomial Negativo (B-N) se especializan en modelar situaciones cuyos eventos ocurren en un intervalo de tiempo específico. La distribución B-N es preferida si la tasa a la cual ocurren los eventos es heterogénea, ya que Poisson se enfoca en procesos que están más centrados alrededor de la media. A continuación, se describen los fundamentos de estas dos estrategias metodológicas.

La distribución de probabilidad de Poisson en el contexto de panel (Hausman, Hall y Griliches, 1984 y Greene, 2008) está definida por:

⁹ Es importante aclarar que el número de patentes concedidas no está disponible a nivel de entidad federativa para el periodo que abarca esta investigación, por lo que las solicitudes constituyen una mejor alternativa.

$$P(Y_{it}/X_{it}) = \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{Y_{it}}}{Y_{it}!} \quad \forall Y_{it} = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

donde i es un indicador de unidades cross-section y t se usa para la unidad temporal, años, en este estudio. La variable Y_{it} toma valores enteros no negativos sin un límite superior específico y μ_i representa la media, es decir, el número esperado de eventos por unidad temporal. El parámetro μ_i se toma en forma logarítmica:

$$\ln \mu_i = \mathbf{x}_{it} \beta \quad (2)$$

La distribución de probabilidad tipo Poisson asume un importante supuesto: media y varianza tienden a ser iguales:

$$E(Y_{it}/X_{it}) = Var(Y_{it}/X_{it}) = \mu_i = e^{\mathbf{x}_{it} \beta} \quad (3)$$

Aunque esta condición es, por supuesto, restrictiva, la distribución de Poisson tiene una propiedad de robustez bastante atractiva: ya sea que se mantenga o no la distribución de Poisson, aún se obtendrán estimadores asintóticamente normales y consistentes (Winkelmann, 2008; Greene, 2008; Wooldridge, 2010; Gujarati y Porter, 2010). Por tanto, el modelo de regresión de Poisson adquiere el siguiente formato:

$$Y_{it} = E(Y_{it}) + u_i = \ln \mu_i + u_i = \mathbf{x}_{it} \beta + u_i \quad (4)$$

donde las Y están independientemente distribuidas como variables aleatorias del tipo Poisson, con una media μ_i para cada individuo y u_i es el término de error estocástico. Por tanto, el efecto marginal de la variable X se calcula como el producto del coeficiente de esa variable por la media:

$$\frac{\partial E(Y_{it}/X_k)}{\partial X_k} = \mu_i \beta_k \quad (5)$$

donde hay k variables X que pueden afectar el valor de la media y las betas son parámetros por estimar que corresponden al valor medio estimado para el i -ésimo individuo, μ_i . De tal forma que el efecto marginal de la variable X_k será igual al producto del coeficiente de esa variable por la media, μ .

El modelo binomial negativo surge como alternativa para lograr un mejor control de la heterogeneidad presente en la base de datos, una característica ausente en Poisson. Por tanto, la distribución de la variable Y_{it} condicionada en X_{it} y u_{it} es como sigue:

$$P(Y_{it}/\mathbf{X}_{it}, u_i) = \frac{e^{-\lambda_{it}u_{it}} (\lambda_{it}u_{it})^{Y_{it}}}{Y_{it}!} \quad (6)$$

Básicamente, se incorpora un efecto individual no observado en la media condicional del modelo de regresión B-N:

$$\ln \mu_i = \mathbf{X}_{it}\boldsymbol{\beta} + \varepsilon_{it} = \ln \lambda_{it} + \ln u_{it} \quad (7)$$

donde la perturbación ε_{it} refleja un error como en el modelo de regresión clásico o como se especifica para el tipo de heterogeneidad que caracteriza a los datos de corte transversal. Por conveniencia matemática, usualmente se asume una distribución gamma:

$$P(Y_{it}/\mathbf{X}_{it}, u_i) = \int_0^\infty \frac{e^{-\lambda_{it}u_{it}} (\lambda_{it}u_{it})^{Y_{it}}}{Y_{it}!} g(u_{it}) du_i \quad (8)$$

Como en otros modelos de heterogeneidad, la media de la distribución no se identifica si el modelo contiene un término constante (porque la perturbación entra en forma multiplicativa) entonces $E[\exp(\varepsilon_{it})]$ se supone igual a 1. Con esta normalización se tiene que:

$$g(u_{it}) = \frac{\theta^\theta}{\Gamma(\theta)} e^{-\theta u_{it}} u_{it}^{\theta-1} \quad (9)$$

donde el parámetro θ recoge la dispersión. Entonces, de (8) y (9):

$$P(Y_{it}/\mathbf{X}_{it}, u_i) = \int_0^\infty \frac{e^{-\lambda_{it}u_{it}} (\lambda_{it}u_{it})^{Y_{it}}}{Y_{it}!} \frac{\theta^\theta}{\Gamma(\theta)} e^{-\theta u_{it}} u_{it}^{\theta-1} du_{it} \quad (10)$$

Lo que también se puede representar, al resolver la integral, como:

$$P(Y_{it}/\mathbf{X}_{it}, u_i) = \frac{\Gamma(\theta + Y_{it})}{\Gamma(Y_{it} + 1)\Gamma(\theta)} r_i^{Y_{it}} (1 - r_i)^\theta \quad (11)$$

donde $\Gamma(\cdot)$ se usa para indicar la función de probabilidad y $r_i = \frac{\lambda_{it}}{\lambda_{it} + \theta}$.

En este caso, la media y la varianza se definen como $E(Y_{it}/\mathbf{x}_{it}) = \theta_i e^{\mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta}}$ y $Var(Y_{it}/\mathbf{x}_{it}) = \theta_i e^{\mathbf{x}_{it}\boldsymbol{\beta}} (1 + \theta_i)$, respectivamente. Aprovechando la relación entre media y varianza, esta última también se puede expresar como $Var(Y_{it}/\mathbf{x}_{it}) = E(Y_{it}/\mathbf{x}_{it})(1 + \theta_i)$. Aquí, el valor $\theta_i \geq 0$ permite considerar la sobredispersión (heterogeneidad). Si no existe dispersión, o ésta es muy

pequeña, entonces $\theta_i \rightarrow 0$, de aquí que la distribución B-N converge a la de Poisson (Winkelmann, 2008). Esta flexibilidad de la distribución B-N con respecto al proceso de Poisson es una de sus ventajas, ya que permite hacer un trato diferente de la heteroscedasticidad en función de los diferentes niveles de varianza que exhiba el proceso de datos.

6. Especificación de la estimación empírica

Se construyen cuatro modelos de investigación empírica, ya que también se exploran varios escenarios de la relación innovación-financiamiento. En los ensayos realizados, los resultados obtenidos mediante efectos fijos fueron no significativos, por lo que en este caso su estimación llevaría a un sesgo de especificación. Para ambos métodos, Poisson y binomial negativo, se especifican las siguientes alternativas de estimación:

Modelo 1:

$$y_{i,t} = \alpha + \beta_1 \ln(GASTO_T)_{i,t} + \beta_2 \ln(SK)_{i,t} + \beta_3 \ln(EDU)_{i,t} + \beta_4 (MIGRA)_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (12)$$

Modelo 2:

$$y_{i,t} = \alpha + \beta_1 \ln(GASTO_PUB)_{i,t} + \beta_2 \ln(SK)_{i,t} + \beta_3 \ln(EDU)_{i,t} + \beta_4 (MIGRA)_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (13)$$

Modelo 3:

$$y_{i,t} = \alpha + \beta_1 \ln(GASTO_PRI)_{i,t} + \beta_2 \ln(SK)_{i,t} + \beta_3 \ln(EDU)_{i,t} + \beta_4 (MIGRA)_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (14)$$

Modelo 4:

$$y_{i,t} = \alpha + \beta_1 \ln(PEQ)_{i,t} + \beta_2 \ln(MED)_{i,t} + \beta_3 \ln(GRA)_{i,t} + \beta_4 \ln(SK)_{i,t} + \beta_5 \ln(EDU)_{i,t} + \beta_6 (MIGRA)_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (15)$$

donde, para cada modelo $y_{i,t}$ es el número de solicitudes de patente por entidad federativa, el resto de variables es como sigue: gasto total (GASTO_T), gasto privado (GASTO_PRI), gasto público (GASTO_PUB), stock de capital (SK), escolaridad promedio (EDU), tasa de migración neta (MIGRA), y PEQ, MED y GRA indican empresas de tamaño pequeño, medio y grande, respectivamente. Además, α y β 's son parámetros por estimar y ε es el término de error estocástico.

El modelo 1 es una versión restringida de la relación objetivo que intenta identificar si existe un efecto positivo del PEI sobre el nivel de innovación de las entidades del país. En el segundo y tercer modelo se trata de captar los efectos desde gasto público (apoyos del CONACYT) y privado (gasto de las empresas). El modelo 4 busca estimar el efecto diferenciado por tamaño de empresa.

De acuerdo con la teoría, se espera que el PEI, como mecanismo de financiamiento, provoque un efecto positivo en el número de solicitudes de patentes. Asimismo, se espera que el promedio de escolaridad, el stock de capital y el gasto de las empresas también muestren efectos positivos sobre la variable dependiente. Por otro lado, la migración debe, seguramente, mostrar un impacto negativo, puesto que la gran mayoría de las entidades son expulsoras netas de población, significando, en teoría, pérdida de talento y, por tanto, de innovación.

7. Resultados

Se trabaja con dos muestras. En la primera se consideran las 32 entidades federativas, en la segunda están las 19 entidades que promediaron una participación continua a lo largo del periodo en los recursos del PEI (Cuadro 1). Varias entidades federativas tuvieron participación ocasional en el PEI, en otras el ejercicio de esta fuente de financiamiento fue insignificante, por lo que no se puede garantizar que las actividades de apoyo a la innovación constituyeran una práctica arraigada, lo que podría sesgar el objetivo de entender la relación entre innovación y financiamiento público y privado.

Cuadro 1. Clasificación de entidades de acuerdo con el monto ejercido de PEI.

Entidades con financiamiento elevado de PEI (19 entidades)	Entidades con financiamiento bajo o nulo de PEI (13 entidades)
Aguascalientes, Baja California, Coahuila, Chihuahua, Ciudad de México, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Yucatán	Baja California Sur, Campeche, Colima, Chiapas, Durango, Guerrero, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas

Fuente: elaboración propia.

En los ejercicios de regresión, las pruebas de sobredispersión concluyeron en rechazar el modelo de Poisson a favor del binomial negativo (alfa estimada, logaritmo de verosimilitud y criterio de información de Akaike), por lo que el análisis de los resultados se basa únicamente en el modelo binomial negativo.

7.1. Resultados para la muestra absoluta

Los resultados para el primero de los modelos (Cuadro 2) señalan que el efecto marginal del gasto total es de 11.3, es decir, por cada uno por ciento de incremento de la inversión en proyectos de innovación dentro del PEI el valor de la variable dependiente estaría creciendo alrededor de 11.3 unidades (o solicitudes de patente).

Este resultado, aunque con una lectura un tanto distinta por las diferencias metodológicas que prevalecen, coincide con las estimaciones de Raffo *et al.* (2008), Magri (2009), Alsharkas (2014) y Guo (2015), quienes encontraron que el financiamiento público y el acceso al financiamiento, respectivamente, incrementan la probabilidad de innovar por parte de las empresas. Con Crespi y Zuniga (2012) también hay similitud en tres de los seis países analizados. Sin embargo, difieren de los resultados de Vaona y Pianta (2008), quienes no hallaron alguna relación significativa.

Cuadro 2. Resultados con gasto total (modelo 1).

Variable/Método	Poisson	BN	EM (dy/dx) de BN
ln(Gasto total)	0.789 ***	0.616 ***	11.30 ***
	(57.7)	(10.8)	(11.77)
ln(Stock de capital)	0.061 ***	-0.155 **	-2.85 **
	(3.5)	(-2.26)	(-2.25)
ln(Escolaridad)	3.97 ***	3.97 ***	72.78 ***
	(34.1)	(7.78)	(6.95)
Saldo migratorio	-0.759 ***	-0.722 ***	-13.28 ***
	(-35.8)	(-7.95)	(-7.23)
Constante	-20.39 ***	-17.08 ***	
	(-76.1)	(-16)	
lnalpha		-0.729 ***	
		(-7.19)	
Pseudo R ²	0.729	0.109	
N	288	288	
Log Likelihood	-2565	-1167	
AIC	5139	2346	

Notas: ** $p < 0.05$; *** $p < 0.01$. Entre paréntesis se indica el valor z. N = número de datos, BN = binomial negativo, EM = efectos marginales y AIC = criterio de información de Akaike.

Fuente: elaboración propia.

La escolaridad promedio presenta un efecto marginal elevado, de 72.78, es decir, por cada uno por ciento de incremento en esta variable, el número de solicitudes de patentes subiría 72 unidades, aproximadamente. No obstante, se debe tener en cuenta que el promedio de escolaridad es un factor que se mueve lentamente en el tiempo. Si, por ejemplo, observamos los ocho años que abarca la base de datos de esta investigación, el avance de la escolaridad ha sido poco menos de un año promedio. En este sentido, si bien, tanto el valor del gasto en proyectos de innovación como el promedio de años de escolaridad pueden ser afectados a partir de decisiones de política pública, la propia naturaleza de la variable educativa implica un recorrido de tiempo más prolongado para observar variaciones sustanciales. En cambio, el gasto en innovación puede provocar cambios fuertes en plazos más breves, como consecuencia de ser dependiente de las variaciones presupuestales. Debido a que incrementar un año más de escolaridad implica un proceso de largo alcance, una interpretación alternativa y de más corto plazo sería que por cada décima porcentual de aumento de la educación promedio se tendría un incremento cercano a siete solicitudes de patentes.

La variable *proxy* del stock de capital presenta un efecto negativo. Este resultado no esperado podría deberse a presencia relativamente baja del capital como factor de producción en buena parte

de las entidades federativas, al sesgo que introducen entidades como Tabasco y Campeche¹⁰ o a la baja productividad del capital en algunas regiones y empresas, sobre todo en las entidades del sureste y en las micro y pequeñas empresas, donde el uso de tecnología para producir es más incipiente.

El saldo migratorio muestra un efecto negativo debido a que la mayoría de las entidades expulsa más personas de las que recibe. Además, hay que tener en cuenta que de las nueve entidades que registran un valor positivo en este rubro únicamente tres se sitúan por encima de la media del número de solicitudes de patentes. En este sentido, el efecto marginal estimado se interpretaría de la siguiente manera: por cada 1% de cambio en la tasa del saldo migratorio, el número esperado de patentes disminuye en 13 unidades. En general, la mayor parte de los estados mexicanos ha sido expulsor de población (la emigración es mayor que la inmigración), por lo que el resultado de la estimación del efecto asociado a esta variable es que las entidades del país, en promedio, están perdiendo potencial de innovación.

Un hallazgo general es que el PEI incide positivamente en el número de solicitudes de patentes en las entidades del país, visto como gasto en forma general, es decir, sin discriminar todavía por tipo de gasto.

El Cuadro 3 muestra los resultados con gasto público y privado (modelos 2 y 3). El efecto marginal estimado del gasto público es muy similar al encontrado para la variable gasto total, de 11.36 solicitudes más de patentes por cada uno por ciento de incremento en las aportaciones públicas, mientras que el efecto marginal del gasto privado es ligeramente inferior, de 10.37. Este resultado refuerza la evidencia previa de que el gasto en innovación impulsa la creación de patentes y, además, el efecto se mantiene en ambos tipos de gasto, público y privado.

Cuadro 3. Resultados con gasto público y privado (modelos 2 y 3).

Variable/Método	Modelo 2 (gasto público)			Modelo 3 (gasto privado)		
	Poisson	BN	EM (dy/dx) de BN	Poisson	BN	EM (dy/dx) de BN
ln(Gasto público)	0.836 *** (54.8)	0.607 *** (9.84)	11.36 *** (10.89)			
ln(Gasto privado)				0.672 *** (56.9)	0.553 *** (10.9)	10.37 *** (11.48)
ln(Stock de capital)	0.044 ** (2.56)	-0.169 ** (-2.38)	-3.17 *** (-2.36)	0.071 *** (4.07)	-0.145 ** (-2.06)	-2.72 *** (-2.05)
ln(Escolaridad)	30.78 *** (31.2)	4.00 ** (7.59)	74.71 *** (6.71)	4.41 *** (39.1)	4.18 ** (8.16)	78.43 *** (7.33)
Saldo migratorio	-0.846 *** (-39.2)	-0.769 *** (-8.37)	-14.39 *** (-7.51)	-0.721 *** (-34.1)	-0.724 *** (-7.78)	-13.60 *** (-7.15)
Constante	-20.3 ***	-16.6 ***		-18.64 ***	-15.97 ***	

¹⁰ Tabasco y Campeche tienen un valor de capital *per cápita* muy por encima del resto de las entidades debido a la alta actividad petrolera, sin que el producto de este sector permanezca en estos estados.

	(-76.2)	(-15.2)		(-73.00)	(-15.4)	
lnalpha		-0.667 ***			-0.686 ***	
		(-6.55)			(-7.00)	
Pseudo R ²	0.72	0.11		0.71	0.11	
N	288	288		288	288	
Log Likelihood	-2,660	-1,173		-2,673	-1,164	
AIC	5,331	2,358		-1,164	2,341	

Notas: ** p<0.05; *** p<0.01. Entre paréntesis se indica el valor z. N = número de datos. BN = binomial negativo, EM = efectos marginales y AIC = criterio de información de Akaike.

Fuente: elaboración propia.

La escolaridad sostiene un efecto similar al valor estimado con el primer modelo. El efecto de corto plazo, entendido como el incremento de una décima porcentual de esta variable, se traduciría en el aumento de siete unidades en el número de solicitudes de patentes. También se observa una relación negativa del capital y el saldo migratorio con el número de solicitudes que se explican por las razones expuestas sobre los resultados con el primer modelo. Los efectos marginales de las variables control presentan magnitudes bastante similares en ambos modelos.

Es importante apuntar que los efectos marginales del gasto en innovación estimados en los primeros tres modelos son similares debido a que el gasto total se compone de gasto público y privado, además de que los dos últimos se mueven en el mismo sentido debido al mecanismo de operación del PEI. Lo cual también significa que hay una conexión muy estrecha entre los dos tipos de gasto. Si el sector público apoya con financiamiento, entonces el sector privado reacciona elevando su participación con financiamiento propio, mientras que, si el sector público reduce el monto de gasto, también lo hace el privado y esta relación se puede retroalimentar con la articulación del sector académico.

El modelo 4 busca capturar el efecto del gasto en innovación según el tamaño de la empresa (Cuadro 4): micro, pequeñas, medianas y grandes empresas.¹¹ Llevando nuestra concentración a las columnas de resultados para las micro/pequeñas empresas, en esta muestra con los 32 estados se observa que la relación resultó no significativa, lo que lleva a pensar que las empresas de menor tamaño tienden a ser menos proclives a realizar actividades de innovación.

Sin embargo, el stock de capital, la escolaridad y la tasa de migración neta estiman signos en la dirección correcta, lo que lleva a intuir que las políticas de inversión y educación han hecho progresos importantes, aunque el saldo negativo de la migración señala que la expulsión de población sigue siendo relevante. El efecto marginal de la escolaridad es mayor en este modelo, estimado en 17.18 solicitudes más por cada décima porcentual de incremento en la regresora.

Por otro lado, las empresas medianas y grandes reportan evidencia positiva y significativa del financiamiento a la innovación, aunque las del segundo grupo muestran mejor desempeño. Entre las empresas grandes hay un efecto marginal de más de cuatro patentes promedio por cada aumento

¹¹ Micro y pequeñas se tomaron en conjunto para efectos de este ejercicio, ya que presentaron un alto grado de colinealidad.

porcentual en el gasto en innovación, mientras que en las empresas medianas está por debajo de una patente. En este caso, la acumulación de capital no resulta significativa, pero la educación tiene un impacto sustancial.

Cuadro 4. Resultados por tamaño de empresa (modelo 4).

Variable/Método	Poisson	BN	EM (dy/dx) de BN	Poisson	BN	EM (dy/dx) de BN
ln(Micro/Pequeñas)	0.53 *** (10.50)	0.034 (1.41)	1.17 (1.76)			
ln(Medianas)				0.05 *** (10.1)	0.047 * (1.81)	0.732 * (1.64)
ln(Grandes)				0.182 *** (30.4)	0.145 *** (6.48)	4.25 *** (8.82)
ln(Stock de capital)	7.15 *** (65.40)	6.21 *** (11.7)	7.27 *** (3.06)	0.089 *** (5.19)	-0.09 (-0.98)	-3.30 (-1.50)
ln(Escolaridad)	0.217 *** (34.2)	0.198 *** (9.58)	171.84 *** (9.38)	6.79 *** (63.5)	5.43 *** (9.49)	133.4 *** (10.27)
Saldo migratorio	0.108 *** (6.21)	-0.154 ** (-1.93)	-27.86 *** (-8.24)	-0.957 *** (-42.9)	-1.01 *** (-9.39)	-18.23 *** (-7.86)
Constante	-0.874 *** (-39.2)	-0.849 *** (-8.43)		-12.8 *** (-53.6)	-9.57 *** (-7.85)	
lnalpha		-0.391 *** (-4.54)			-0.21 ** (-2.50)	
Pseudo R ²	0.64	0.11		0.60	0.09	
N	288	288		288	288	
Log Likelihood	-3,419	-1,173		-3,732	-1,198	
AIC	6,851	2,360		7,477	2,410	

Notas: * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01. Entre paréntesis se indica el valor z. N = número de datos. BN = binomial negativo, EM = efectos marginales y AIC = criterio de información de Akaike.

Fuente: elaboración propia.

La comparación del Cuadro 4 con otros estudios es complicada debido a que, en general, las investigaciones definen a las empresas pequeñas de maneras alternativas a la empleada en este trabajo. No obstante, en principio, los resultados sugieren que el gasto en innovación de las empresas de menor tamaño no tiene efecto significativo sobre la generación de innovación. Este hallazgo contrasta en cierta medida con los de Vaona y Pianta (2008), Raffo *et al.* (2008) y Crespi y Zuniga (2012), aunque debe subrayarse que estos casos únicamente miden la probabilidad de innovar para cada tamaño de empresa, que en cualquier caso es más baja en las empresas pequeñas. Pero también sostienen elementos de coincidencia con los estudios de Vaona y Pianta (2008), Raffo *et al.* (2008), Crespi y Zuniga (2012) y Alsharkas (2014), en el sentido de que el tamaño de empresa se relaciona

positivamente con la probabilidad de innovar, y con otros estudios como Knnot y Viereger (2017), donde se destaca una relación positiva entre la escala de la empresa con el gasto en I+D y el coeficiente de innovación.

En general, el gasto total en innovación ejercido dentro del PEI tiene efectos positivos en el número de solicitudes de patentes en la muestra total, aunque diferenciados por tamaño de empresa. De acuerdo con las predicciones de la teoría, dentro de las empresas de tamaño grande se concentran los mayores efectos de innovación, mientras que los impactos se reducen a medida que se consideran empresas de menor tamaño. Es decir, las empresas más grandes son las que dirigen el proceso de innovación. El financiamiento público, junto con el enlace educativo, refuerza esta dinámica.

Sin embargo, las estimaciones desde la muestra total pueden presentar sesgo, debido a que incluyen varias economías que no ejercieron gasto en innovación (13 en total). Esta hipótesis se revisa en un segundo ensayo, donde se contemplan únicamente las entidades con apoyo constante durante el periodo de análisis.

7.2. Resultados en la muestra de 19 entidades

El propósito de este segundo análisis es superar la restricción de entidades sin ejercicio del PEI. En el Cuadro 5 se reportan los resultados con el modelo 1. El incremento del efecto del gasto total en innovación sobre la variable dependiente es notable en comparación al obtenido en la muestra absoluta. El efecto marginal del gasto total en innovación es igual a 28.8, alrededor de 2.5 veces superior al encontrado en la muestra total.

La escolaridad y el saldo migratorio presentan efectos marginales muy similares a los obtenidos en la muestra absoluta, sin embargo, ahora el stock de capital, aunque positivo resulta no significativo. El coeficiente estimado para la educación, mucho más intenso de lo que resultó en la muestra global, tiene mucho sentido al tratarse de economías que reciben mayores recursos de financiamiento y, por tanto, también concentran elevados estándares educativos. Los resultados, en general, apoyan los hallazgos previos del gasto en innovación ejercido dentro del PEI incidiendo de manera positiva en el número de patentes.

Las estimaciones con gasto público y privado (modelos 2 y 3) también refuerzan las conclusiones previas sobre una relación positiva entre financiamiento y patentes (Cuadro 6). Además, ahora la relación se intensifica, como también cabría esperar. El efecto del gasto público es casi tres veces superior al impacto estimado con los 32 estados, mientras que el del gasto privado es más del doble. Observaciones similares se desprenden desde el análisis de la magnitud de los impactos de la escolaridad y la tasa del saldo migratorio. Sin embargo, ahora el stock de capital es positivo, aunque no significativo, lo que representa una mejoría en relación con la muestra global, en la que fue negativo.

Cuadro 5. Resultados con gasto total (modelo 1) en la muestra de 19 entidades.

Variable/Método	Poisson	BN	EM (dy/dx) de BN
ln(Gasto total)	0.642 ***	0.731 ***	28.80 ***
	(37.7)	(9.20)	(8.42)
ln(Stock de capital)	0.307 ***	0.07	2.66
	(11.6)	(0.54)	(0.54)
ln(Escolaridad)	3.89 ***	3.95 ***	155.68 ***
	(29.4)	(6.09)	(5.84)
Saldo migratorio	-0.773 ***	-0.778 ***	-30.65 ***
	(-32.5)	(-5.44)	(-5.25)
Constante	-17.3 ***	-19.20 ***	
	(-49.2)	(-11.00)	
Inalpha		-0.86 ***	
		(-7.54)	
Pseudo R ²	0.68	0.10	
N	171	171	
Log Likelihood	-1,938	-777	
AIC	3,887	1,567	

Notas: *** p<0.01. Entre paréntesis se indica el valor z. N = número de datos, BN = binomial negativo, EM = efectos marginales y AIC = criterio de información de Akaike.

Fuente: elaboración propia.

Es interesante observar que el efecto marginal reportado por las empresas de menor tamaño (modelo 4) es negativo y significativo (Cuadro 7). La interpretación es que el gasto que se destina a micro y pequeñas empresas no produce la magnitud esperada en la innovación, al contrario, parece que la reduce dado que se trata de agentes económicos con prioridades diferentes y más inmediatas antes que pensar en mejoras de innovación y tecnología de sus procesos productivos.

El efecto marginal de la escolaridad promedio es notoriamente superior en este modelo que en los tres previos. Este resultado recuerda la gran importancia que tiene el trabajo calificado en el proceso de innovación de este tipo de empresas, que posiblemente no lo sea tanto en empresas grandes donde el capital y la tecnología podrían jugar un papel más activo.

Las estimaciones de patentes en el grupo de empresas grandes aumentan al doble, un resultado esperado en comparación con el ejercicio de los 32 estados. Ahora el stock de capital presenta un efecto positivo de 9.72 y significativo al 10 por ciento, lo que confirma que las empresas grandes son las que ciertamente dirigen el proceso de innovación.

Cuadro 6. Resultados con gasto público y privado (modelos 2 y 3), muestra de 19 entidades.

Variable/Método	Modelo 2 (gasto público)			Modelo 3 (gasto privado)		
	Poisson	BN	EM (dy/dx) de BN	Poisson	BN	EM (dy/dx) de BN
ln(Gasto público)	0.669 *** (35.3)	0.791 *** (8.86)	31.34 *** (8.14)			
ln(Gasto privado)				0.532 *** (36.8)	0.604 *** (8.70)	23.98 *** (8.01)
ln(Stock de capital)	0.312 ** (11.9)	0.055 (0.43)	2.17 (0.43)	0.339 *** (12.7)	0.112 (0.894)	4.44 (0.89)
ln(Escolaridad)	3.71 *** (27.1)	3.60 ** (5.43)	142.53 *** (5.24)	4.23 *** (32.8)	4.35 *** (6.63)	172.66 *** (6.29)
Saldo migratorio	-0.859 *** (-35.4)	-0.855 *** (-6.01)	-33.88 *** (-5.75)	-0.729 *** (-30.6)	-0.737 *** (-5.05)	-29.27 *** (-4.88)
Constante	-16.9 *** (-48.5)	-19.0 *** (-10.6)		-15.6 *** (-47.4)	-17.2 *** (-10.30)	
lnalpha		-0.827 *** (-7.30)			-0.823 *** (-7.27)	
Pseudo R ²	0.66	0.10		0.67	0.10	
N	171	171		171	171	
Log Likelihood	-2,014	-780		-1,989	-780	
AIC	4,038	1,572		3,987	1,573	

Notas: ** p<0.05; *** p<0.01. Entre paréntesis se indica el valor z. N = número de datos. BN = binomial negativo, EM = efectos marginales y AIC = criterio de información de Akaike.

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, el efecto del promedio de la escolaridad se incrementa notablemente con relación al valor observado para el conjunto de entidades: por cada décima porcentual de aumento en esta variable, el efecto marginal estimado es de 27.35 solicitudes, dos veces superior al valor estimado para el conjunto total de entidades, lo que también sugiere un mayor nivel e importancia del capital humano en esta muestra más acotada.

Cuadro 7. Resultados por tamaño de empresa (modelo 4) en la muestra de 19 entidades.

Variable/Método	Poisson	BN	EM (dy/dx) de BN	Poisson	BN	EM (dy/dx) de BN
ln(Micro/Pequeñas)	-0.24 *** (-18.70)	-0.29 *** (-3.57)	-12.84 *** (-3.50)			
ln(Medianas)				-0.013 ** (-2.09)	0.028 (-0.74)	-1.19 (-0.74)
ln(Grandes)				0.179 *** (20.4)	0.178 *** (4.89)	7.57 *** (4.71)
ln(Stock de capital)	0.41 *** (14.90)	0.202 (1.40)	8.72 (1.40)	0.399 *** (14.80)	0.228 * (1.64)	9.72 * (1.64)
ln(Escolaridad)	6.74 *** (51.00)	6.95 *** (8.832)	299.72 *** (7.49)	6.30 *** (50.00)	6.42 *** (8.47)	273.5 *** (7.62)
Saldo migratorio	-0.64 *** (-24.70)	-0.70 *** (-4.09)	-30.51 *** (-3.97)	-0.785 *** (-31.40)	-0.808 *** (-4.90)	-34.44 *** (-4.71)
Constante	-9.99 *** (-35.70)	-10.2 *** (-5.95)		-11.5 *** (-6.61)	-11.50 *** (-6.61)	
lnalpha		-0.52 *** (-4.89)			-0.562 *** (-5.20)	
Pseudo R ²	0.58	0.07		0.60	0.07	
N	171	171		171	171	
Log Likelihood	-2,508	-806		-2,414	-803	
AIC	5,027	1,624		4,840	1,620	

Notas: * p<0.1, ** p<0.05, *** p<0.01. Entre paréntesis se indica el valor z. N = número de datos. BN = binomial negativo, EM = efectos marginales y AIC = criterio de información de Akaike.

Fuente: elaboración propia.

Un monto superior de recursos potenciaría el efecto de esta política pública sobre la intensidad del cambio tecnológico. Asimismo, podría explorarse un diseño diferenciado de política pública que impulse la productividad de las pequeñas y medianas empresas a partir de mejoras incrementales y, por otro lado, un esquema que busque acercar a las grandes empresas a la frontera tecnológica.

8. Conclusiones

Se concluye que la política pública más importante en el país para motivar la innovación en el ámbito empresarial tuvo efectos positivos en el número de solicitudes de patentes. Si bien es cierto que el apoyo del PEI no está condicionado a que el producto o proceso que se entregue al final del proyecto de innovación pueda aplicar a una solicitud de patente, sí es importante subrayar que, finalmente, el

financiamiento es la forma de acelerar el camino hacia una mayor generación de tecnología, vía patentamientos u otras manifestaciones de productos de la innovación. Desde luego, existen muchos otros factores que contribuyen, pero aquí se subraya la importancia que reviste el fortalecimiento de las capacidades tecnológicas de las empresas, sobre todo las nacionales. Si realmente se desea comenzar a subir niveles en la escalera del cambio tecnológico es prioritario que se refuerce el compromiso, tanto por parte del gobierno, a partir de las acciones de política pública, como de las empresas, mejorando procesos y productos, y el sector educativo, con proyectos de investigación, en una especie de tejido tripartita, de tal manera que se forme un motor articulado de crecimiento en el país.

Otro resultado que parece concluyente es que las empresas de tamaño grande son las más consistentes con los procesos de innovación, confirmando así la hipótesis schumpeteriana según la cual son éstas las que conducen el proceso de cambio tecnológico. Un resultado en línea con la relación entre innovación y actividad emprendedora en México desarrollada en Kato-Vidal y Martínez (2018).

Debe también destacarse el papel del capital humano medido a través de la escolaridad promedio en las entidades federativas. Esta variable presentó los efectos marginales más importantes en todos los modelos econométricos, convirtiéndose así en un elemento fundamental para el progreso tecnológico.

Por otro lado, la muestra delimitada a entidades con participación continua en el PEI arrojó resultados más consistentes en términos de las relaciones esperadas con base en la teoría. En este grupo, el gasto total del PEI y el gasto ejercido por las empresas grandes mostró un efecto positivo sobre la variable dependiente entre dos y tres veces mayor al observado en la muestra absoluta, lo que lleva a inferir sobre una mejor aproximación.

El trabajo contribuye al entendimiento de los efectos diferenciados del apoyo a la innovación en la generación de patentes, según el tamaño de la empresa. La relación financiamiento-innovación se acentúa en el sector de empresas de tamaño grande. Un aspecto crucial que puede ayudar a canalizar de una mejor manera los recursos públicos destinados a la innovación. Sin embargo, estas conclusiones no están exentas de ciertas limitaciones. Por ejemplo, el financiamiento a la innovación solo considera el apoyo desde el PEI, pero no otro tipo de apoyos, además, el indicador basado en el conteo de patentes solo constituye una medida parcial de los productos que genera la actividad innovadora, tampoco resulta sensible a aspectos como la calidad y los efectos no-lineales desde cada patente, por lo que la fuerza de asociación, en realidad, debe ser más fuerte que la estimada aquí.

Finalmente, el financiamiento público a la innovación en general, y también por tipo de empresa, tiene efectos sociales favorables. Los incentivos a la innovación mejoran la productividad y el crecimiento económico de las regiones, crean empleos, elevan el nivel de ingresos y reducen la necesidad de migrar por falta de oportunidades, lo que incide en el bienestar de la población. Pensar en micro y pequeñas empresas permite conservar un gran número de empleos y mejor remunerados, recordemos que esta estructura productiva representa el 98 por ciento de la planta empresarial del país. Asimismo, el efecto positivo de las grandes empresas sobre el patentamiento las convierte en fuentes de conocimiento, base del crecimiento económico de las sociedades modernas.

Referencias

- [1] Acs, Z. y Audretsch, D. (1988). "Innovation in Large and Small Firms: An Empirical Analysis". *The American Economic Review*, Vol. 78 (4), pp. 678-690.
- [2] Acs, Z. y Audretsch, D. (1990). *Innovation and Small Firms*. Cambridge, MA, MIT Press.
- [3] Acs, Z. y Audretsch, D. (1991). "Innovation and Size at the Firm Level". *Southern Economic Journal*, Vol. 57(3), pp. 739-744. <https://doi.org/10.2307/1059787>
- [4] Aghion, P. y Howitt, P. (1992). "A Model of Growth through Creative Destruction". *Econometrica*, Vol. 60(2), pp. 323-351. <https://doi.org/10.2307/2951599>
- [5] Alsharkas, Z. (2014). "Firm Size, Competition, Financing and Innovation". *International Journal of Management and Economics*, Vol. 44(1), pp. 51-73. <https://doi.org/10.1515/ijme-2015-0009>
- [6] Antonelli, C. (2017). *Endogenous Innovation. The Economics of an Emergent System Property*. USA y UK, Edward Elgar Publishing.
- [7] Arrow, K. (1962). "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention". En: *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton Univ. Press, pp. 609-626. <https://doi.org/10.1515/9781400879762-024>
- [8] Audretsch, D. (1998). "Agglomeration and the Location of Innovative Activity". *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 14, pp. 18-29. <https://doi.org/10.1093/oxrep/14.2.18>
- [9] Becker, B. (2015). "Public R&D Policies and Private R&D Investment: A Survey of the Empirical Evidence". *Journal of Economic Surveys*, Vol. 29(5), pp. 917-942. <https://doi.org/10.1111/joes.12074>
- [10] Borjas, G. (1999). "The Economic Analysis of Immigration". En: Ashenfelter, O. y Card, D. (eds) *Handbook of Labor Economics*, North Holland, pp. 1697-1760. [https://doi.org/10.1016/s1573-4463\(99\)03009-6](https://doi.org/10.1016/s1573-4463(99)03009-6)
- [11] Brozinini, R. y Piselli, P. (2009). "Determinants of long-run regional productivity with geographical spillovers: The role of R&D, human capital and public infrastructure". *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 39(2), pp. 187-199. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.07.002>
- [12] Chavez, E. (2019). "The Effects of Public R&D Subsidies on Private R&D Activities in Mexico". PSE Working Papers halshs-02355106, HAL.
- [13] Cimoli, M. y Dosi, G. (1994). "De los Paradigmas Tecnológicos a los Sistemas Nacionales de Producción e Innovación". *Comercio Exterior*, pp. 669-682.
- [14] Cohen, W. y Klepper, S. (1996). "A Reprise of Size and R&D". *The Economic Journal*, Vol. 106(437), pp. 925-951.
- [15] Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) (2018). Programa de estímulos a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación. Resultados y casos de éxito. Disponible en: http://ccytet.gob.mx/Docs/Fomix/Obtencion_de_Resultados_y_Casos_de_Exito.pdf
- [16] Crespi, G. y Zuniga, P. (2012). "Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries". *World Development*, Vol. 40(2), pp. 273-290. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.07.010>
- [17] David, P. Hall, B. y Toole, A. (2000). "Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence". *Research Policy*, Vol. 29(4-5), pp. 497-529. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(99\)00087-6](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(99)00087-6)
- [18] Dimos, C. y Pugh, G. (2016). "The effectiveness of R&D subsidies: A meta-regression analysis of the evaluation literature". *Research Policy*, Vol. 45(4), pp. 797-815. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.01.002>
- [19] Dosi, G., Freeman, C. y Fabiani, S., (1994). "The process of economic development. Introducing Some Stylized Facts and Theories on Technologies, Firms and Institutions". *Industrial and Corporate Change*, Vol. 3(1), pp. 1-45. <https://doi.org/10.1093/icc/3.1.1>

-
- [20] Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R. Silverberg, G. y Soete, L. (1988). *Technical change and Economic Theory*. Pinter publishers, London and New York. <https://doi.org/10.1177/017084069001100116>
- [21] Fernández-Sastre, J. y Montalvo-Quizhpi, F. (2019). "The Effect of Developing Countries' Innovation Policies on Firms' Decisions to invest in R&D". *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 143, pp. 214-223. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.02.006>
- [22] Freeman, C. (1990). *Economics of Innovation*. Aldershot: Edward Elgar.
- [23] Galbraith, J. (1952) *American Capitalism: The Concept of Countervailing Power*. Boston. Houghton Mifflin Company.
- [24] Germán-Soto, V. (2008). "El stock de capital industrial medido a través de la relación inversión-empleo: estimaciones para los estados mexicanos". *Ensayos*, Vol. 27(1), pp. 53-80.
- [25] Gordon, I. y McCann, P. (2005). "Innovation, Agglomeration, and Regional Development". *Journal of Economic Geography*, Vol. 5, pp. 523-543. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbh072>
- [26] Greene, W. (2008). *Econometric Analysis*. Fifth Edition. New York. Prentice Hall.
- [27] Griliches, Z. (1998). "Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey". In Griliches, Z. (ed.) *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*, NBER, University of Chicago Press, pp. 287-343. <https://doi.org/10.3386/w3301>
- [28] Grossman, G. y Helpman, E. (1991): *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge MA: The MIT Press.
- [29] Gujarati, D. y Porter, D. (2010). *Econometría*. México: McGraw-Hill.
- [30] Guo, J. (2015). "On the Spillovers between Patents and Innovation in Japan". *Journal of Economics and Finance*, Vol. 39, pp. 590-605.
- [31] Hamilton, D. (1991). *Evolutionary Economics: A Study in Change in Economic Thought*. New York: Transaction Publishers.
- [32] Hausman, J., Hall, B. H. y Griliches, Z. (1984). "Econometric Models for Count Data with an Application to the Patents-R&D Relationship". *Econometrica*, Vol. 52(4), pp. 909-938. <https://doi.org/10.2307/1911191>
- [33] Hunt, J. y Gauthier-Loiselle, M. (2008). "How Much Does Immigration Boost Innovation?" NBER Working Paper 14312, National Bureau of Economic Research, Cambridge Mass. <https://doi.org/10.3386/w14312>
- [34] Jin, Z., Navare, J. y Lynch, R. (2019). "The Relationship between Innovation Culture and Innovation Outcomes: Exploring the Effects of Sustainability Orientation and Firm Size". *R&D Management*, Vol. 40(4), pp. 607-623. <https://doi.org/10.1111/radm.12351>
- [35] Kato-Vidal, E. y Martínez Occhipinti, C. (2018). "Innovative Activity and Entrepreneurial Rates in Mexico". *Contaduría y Administración*, Vol. 64(2), pp. 1-19. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1429>
- [36] Kerr, W. (2010). "Breakthrough Inventions and Migrating Clusters of Innovations". *Journal of Urban Economics*, Vol. 67, pp. 46-60. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2009.09.006>
- [37] Klette, T. Moen, J. y Griliches, Z. (2000). "Do Subsidies to Commercial R&D Reduce Market Failures? Microeconomic Evaluation Studies". *Research Policy*, Vol. 29(4- 5), pp. 471-495. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(99\)00086-4](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(99)00086-4)
- [38] Kloosterman, R. y Rath, J. (2003). *Immigrant Entrepreneurs: Venturing Abroad in the Age of Globalization*. Universidad de Michigan. Berg Publishers. <https://doi.org/10.5040/9781350151468>
- [39] Knott, A. y Vieregger, C. (2017). "Reconciling the Firm Size and Innovation Puzzle". Center for Economic Studies (CES), U.S. Census Bureau. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2756232>

-
- [40] Lambert, T. E. (2020). "Monopoly Capital and Innovation: An Exploratory Assessment of R&D Effectiveness". *International Review of Applied Economics*, Vol. 34(1), pp. 36-49. <https://doi.org/10.1080/02692171.2019.1620703>
- [41] Lazonick, W. y Mazzucato, M. (2013). "The risk-reward nexus in the innovation-inequality relationship: who takes the risks? Who gets the rewards?". *Industrial and Corporate Change*, Vol. 22(4), pp. 1093-1128. <https://doi.org/10.1093/icc/dtt019>
- [42] Lucas, R. (1988). "On the Mechanics of Economic Development". *Journal of Monetary Economics*, Vol. (22), pp. 3-42.
- [43] Magri, S. (2009). "The Financing of Small Innovative Firms: the Italian Case". *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 18(2), pp. 181-204. <https://doi.org/10.1080/10438590701738016>
- [44] Maiti, D. y Singh, P. (2011). "Firm Size, Finance and Innovation: Country Level Study". Working Paper, No. 4, University of Central Lancashire.
- [45] Mansfield, E. (1980). "Basic Research and Productivity Increase in Manufacturing". *The American Economic Review*, Vol. 70 (5), pp. 863-873.
- [46] Manual de Oslo (2005). Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. OCDE y EUROSTAT. <https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>
- [47] Mazzucato, M. y Semieniuk, G. (2017). "Public Financing of Innovation: New Questions". *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 33(1), pp. 24-48. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grw036>
- [48] Nelson, R. (1959). "The Simple Economics of Basic Scientific Research". *Journal of Political Economy*, Vol. 67(2), pp. 297-306. <https://doi.org/10.1086/258177>
- [49] Nelson, R. y Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. USA. Cambridge, Mass., The Belknap Press of Harvard University Press.
- [50] OCDE (2010). *La Estrategia de Innovación de la OCDE. Empezar hoy el mañana*. París, OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264080836-es>
- [51] Ozgen, C. Nijkamp, P. y Poot, J. (2011). "Immigration and Innovation in European Regions". Tinbergen Institute Discussion Paper.
- [52] Plehn-Dujowich, J. M. (2009). "Firm Size and Types of Innovation". *Economics of Innovation and New Technology*, Vol. 18(3), pp. 205-223. <https://doi.org/10.1080/10438590701785850>
- [53] Poot, J. (2008). "Demographic Change and Regional Competitiveness: The Effects of Immigration and Ageing". *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, Vol. 4(1,2), pp. 129-145. <https://doi.org/10.1504/ijfip.2008.016910>
- [54] Porto-Gómez, I.; Zabala-Iturriagoitia, J. M. y Leydesdorff, L. (2019). "Innovation Systems in Mexico: A Matter of Missing Synergies". *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 148, article 119721. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119721>
- [55] Raffo, J.; Lhuillery, S. y Miotti, L. (2008). "Northern and Southern Innovativity: A Comparison across European and Latin American Countries". *The European Journal of Development Research*, Vol. 20(2), pp. 219-239. <https://doi.org/10.1080/09578810802060777>
- [56] Rogers, M. (2004). "Networks, Firm Size and Innovation". Harris Manchester College. Oxford. U.K. Kluwer Academic Publishers.
- [57] Romer, P. (1990). "Endogenous Technological Change". *The Journal of Political Economy*, vol. 98(5), pp. s71-s102. <https://doi.org/10.1086/261725>
- [58] Romo, D. (2006). "El impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de México". En *El diseño institucional de la política de ciencia y tecnología en México*. Universidad Nacional Autónoma de México y Centro de Investigación y Docencia Económicas. México. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjk2v1q.4>
- [59] Rosenberg, N. (1982). *Inside the Black Box. Technology and Economics*. Cambridge. Cambridge University Press.

- [60] Rothwell, R. y Dodgson, M. (1994), "Innovation and Size of Firm". In Dodgson M. and R. Rothwell (eds.), *The Handbook of Industrial Innovation*, Edward Elgar, Aldershot, pp. 310-324. <https://doi.org/10.4337/9781781954201.00033>
- [61] Scherer, F. (1965), "Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Inventions". *The American Economic Review*, Vol. 55, pp. 1097-1125.
- [62] Schumpeter, J.A. (1942). *Capitalism, Socialism and Democracy*. Nueva York. Harper & Brothers.
- [63] Scott J. y Freese, J. (2001). *Regression Models for Categorical Dependent Variable Using STATA*. Stata Corporation. USA.
- [64] Torun, H. y Çiçekçi, C. (2007). "Innovation: Is the Engine for the Economic Growth?". En: Ege University the Faculty of Economics and Administrative Sciences, Ismir, Turkey.
- [65] Ulku, H. (2004). "R&D, Innovation, and Economic Growth: An Empirical Analysis". *International Monetary Fund Working Papers*, pp. 2-35.
- [66] Vaona, A. y Pianta, M. (2008). "Firm Size and Innovation in European Manufacturing". *Small Business of Economics*, Vol. 30(3), pp. 283-299. <https://doi.org/10.1007/s11187-006-9043-9>
- [67] Villareal, E., Cuen, B. y Gracia, R. (2019). Programa de estímulos a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación (PEI) en México 2009-2017. Mayo 2019. Conference: Congreso Internacional de la Gestión de la Ciencia, la tecnología, la Ingeniería y la Innovación (GEITEC) 2019. At: <http://www.pucp.edu.pe/YdVLu1>. <https://doi.org/10.47300/978-9962-5599-8-6-04>
- [68] Villavicencio, D. (2020). Inversión en conocimiento a través de los proyectos apoyados por el Programa de Estímulos a la Innovación de CONACYT. México, Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C.
- [69] Wang, D. y Schøtt (2020). "Coupling between Financing and Innovation in a Startup: Embedded in Networks with Investors and Researchers". *International Entrepreneurship and Management Journal*, forthcoming, <https://doi.org/10.1007/s11365-020-00681-y>.
- [70] Winkelmann, R. (2008). *Econometric Analysis of Count Data*. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg.
- [71] Wooldridge, J. (2010). *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno*. México. Cengage Learning.
- [72] Zucker, L. y Darby, M. (2007). "Star Scientists, Innovation and Regional and National Immigration". *National Bureau of Economic Research*, Cambridge Mass. <https://doi.org/10.3386/w13547>