

INNOVACIÓN Y CRECIMIENTO ECONÓMICO REGIONAL: EVIDENCIA PARA MÉXICO

Vicente German-Soto, Mauro Soto Rubio y Luis Gutiérrez Flores^a

Fecha de recepción: 10 de julio de 2020. Fecha de aceptación: 30 de noviembre de 2020.

<https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2021.205.69710>

Resumen. En el presente texto se aborda la hipótesis respecto a que la innovación es importante para el crecimiento desde un modelo de panel dinámico interregional que controla endogeneidad y capta efectos acumulados. En México, la evidencia basada en tres criterios de región (geográfico, ingresos e intensidad de estímulos a la innovación) señala efectos positivos, como sugiere la teoría, pero con reducciones graduales desde 2008 y variaciones significativas por región y sector. Además, el apoyo público a la innovación impactó de diferentes maneras entre regiones económicamente más y menos avanzadas, con mayor elasticidad en estas últimas, lo que podría favorecer la reducción de desigualdades regionales. Los apoyos en innovación deben priorizar proyectos intensivos en alta tecnología, ser más incluyentes de los diversos agentes económicos y con perspectiva regional.

Palabras clave: México; innovación; crecimiento económico; regiones económicas; sectores; modelo de panel dinámico.

Clasificación JEL: O31; O38; O47; P48.

INNOVATION AND REGIONAL ECONOMIC GROWTH: EVIDENCE FROM MEXICO

Abstract. This article explores the hypothesis that innovation is an important driver of growth, using an interregional dynamic panel model that controls for endogeneity and captures cumulative effects. In Mexico, the evidence based on three regional criteria (geography, income, and innovation stimulus intensity) suggests that innovation has positive effects on growth, as has been theoretically hypothesized, but with gradual reductions from 2008 and significant variations by region and sector. Furthermore, public support for innovation produced different effects between areas with varying degrees of economic development, with greater elasticity in less-economically developed areas. This reality could facilitate the reduction of regional inequalities. Support for innovation should prioritize intensive high-tech projects, include more diverse economic agents, and have a regional perspective.

Key Words: Mexico; innovation; economic growth; economic regions; sectors; dynamic panel model.

^a Universidad Autónoma de Coahuila, México. Correos electrónicos: vicentegerman@uadec.edu.mx, mauro.soto.r@gmail.com y luis.gutierrez@uadec.edu.mx, respectivamente.

1. INTRODUCCIÓN

La investigación sobre innovación y crecimiento económico ha despertado gran interés en los círculos académicos en las últimas décadas. El vínculo que los une no es fortuito, depende de factores y decisiones que se combinan en el largo plazo para moldear el desarrollo económico. La importancia de la innovación en las sociedades contemporáneas radica en que constituye una estrategia global para aumentar la productividad, la cual, a su vez, eleva el nivel de bienestar. Algunas teorías ven esta asociación como un proceso evolutivo por el que, de alguna manera, transitan las economías (teorías evolutivas); otras subrayan fuerzas exógenas y endógenas al sistema económico sobre las que se puede incidir mediante políticas públicas (teorías clásicas y neoclásicas del crecimiento). También están los argumentos de fuerzas de aglomeración espacial (nueva geografía económica) que modifican esta relación, sobre todo, en ámbitos subnacionales.

La consolidación de un sistema de sociedad creativa trascendió aspectos adicionales vinculados a la economía –institucionales, políticos, marco jurídico y fuerzas de aglomeración (Aghion *et al.*, 2015)–, mientras que la acumulación de factores productivos –efectos *spillover*, capital humano, gasto en infraestructura, inversión en investigación y desarrollo (I+D) y, finalmente, innovación y cambio tecnológico (Romer, 1986; Lucas, 1988; Barro, 1990; Sala-i-Martin, 2000)– se conjugan para propiciar crecimiento sostenido de largo plazo, ante las necesidades de una población en constante aumento. Es en esta dinámica que resulta crucial que los procesos de innovación compensen los rendimientos decrecientes de los factores productivos, amplíen la frontera de producción y eviten la interrupción del crecimiento.

Una economía innovadora es fundamental en la actualidad (Lucas, 1988; Romer, 1990; Grossman y Helpman, 1991; Aghion y Howitt, 1992), ya que permite desplazar la frontera de producción, a la vez que genera incentivos para la acumulación de capital físico (Romer, 1990). En décadas recientes los países que observaron mayores niveles de innovación y tasas de crecimiento también fueron los que invirtieron más recursos en I+D (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2015; Ulku, 2004; Hasan y Tucci, 2010; Agénor y Neanidis, 2015), lo que llevó a ampliar las diferencias en producto per cápita, tecnología, capacidad de innovación y niveles de bienestar (Fagerberg *et al.*, 2010; Yanhui *et al.*, 2015).

Los análisis en innovación y crecimiento de la economía mexicana destacan una relación positiva. A nivel de entidades federativas, la evidencia de Mendoza *et al.* (2008) y Beltrán-Morales *et al.* (2018) se apoya en un panel de datos;

mientras que Guzmán y Gómez (2010) y Guzmán *et al.* (2012) estudian la relación a largo plazo entre patentes y producción, y concluyen que existe cointegración. Por su parte, Mungaray *et al.* (2015) y Ríos-Flores y Ocegueda (2018) abordan un índice de capacidad innovadora en un panel dinámico.

En México, el crecimiento económico de los últimos 30 años fue desalentador. En la década de los noventa del siglo pasado, el crecimiento fue por debajo del 1.6%, en promedio anual; en los 2000 fue de sólo 0.12%; mientras que de 2010 a 2017 se ubicó en 1.5%. En 2019 se retrocedió en -0.3% y los pronósticos para 2020 anunciaban una caída todavía mayor.¹

En todo esto, ¿qué papel tuvieron la innovación y el gasto en investigación? Los datos señalan que los rendimientos de la innovación (0.67 solicitudes por cada 100 mil habitantes) son muy bajos en relación, por ejemplo, con el promedio de los países miembros de la OCDE (45 solicitudes por cada 100 mil habitantes). Además, el país concentra asimetrías regionales en casi cualquier variable económica y social. Tan sólo en innovación la Ciudad de México promedia poco más de tres patentes por cada 100 mil habitantes, mientras que el estado de Guerrero tiene 0.04.²

El propósito de este análisis es abordar la relación innovación-crecimiento desde un modelo de datos de panel dinámico interregional estimado con la metodología GMM-Sistema propuesta por Arellano y Bond (1991 y 1998) y Blundell y Bond (1998). El panel se integra por 32 observaciones de corte transversal (entidades del país) y 24 temporales, correspondientes a los datos anuales del periodo 1994-2017. El método Arellano-Bond permite seleccionar variables instrumentales que mejoran la precisión de los estimadores, reduce el problema de endogeneidad y controla la correlación serial.

El contexto regional mexicano evoca algunas preguntas de interés como: ¿qué tan importante es la innovación para el crecimiento regional? ¿Tendrá alguna influencia la política pública de apoyo a la innovación (Programa de Estímulos a la Innovación [PEI])? ¿Inciden las diferencias sectoriales en la relación innovación-crecimiento? ¿Habrán diferencias sustantivas entre sectores y regiones del país? La hipótesis que se plantea es que la innovación, vista a través de la acumulación de patentes, incide positivamente en el nivel de ingreso per cápita de las entidades federativas, además, esta asociación se refuerza con los programas públicos de estímulos.

¹ Cálculos propios con datos de INEGI sobre el Producto Interno Bruto (PIB) actualizado al año base 2013.

² Cálculos propios con información de patentes del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) durante el periodo 1995-2017.

La presente investigación contribuye a la discusión del tema innovación-crecimiento en varias formas. Primero, al usar criterios de regionalización basados en el ejercicio del PEI es posible evaluar la eficacia de esta política pública.³ Segundo, el tamaño relativo de los sectores económicos, como criterio de regionalización, permite entender la influencia del peso sectorial en la relación. Tercero, la evidencia descansa en un enfoque de rezagos distribuidos que captan procesos acumulativos de los efectos de las variables. Finalmente, se presenta un modelo teórico cuya ecuación de estimación combina ideas de las teorías del crecimiento evolucionista, clásica y geografía económica.

Los hallazgos subrayan efectos positivos, como predice la teoría, sin embargo, muestran una tendencia gradual a disminuir a partir de la crisis internacional de 2008, lo que es reflejo del componente multinacional del patentamiento mexicano, ya que esta gran depresión se sintió con mayor intensidad en las áreas más globalizadas de las economías. También se encuentra que la política de estímulos a la innovación llevó a reducir las desigualdades regionales, ya que las regiones clasificadas como Sur y PEI-Bajo (por lo general conformadas por entidades federativas económicamente más atrasadas) estiman una elasticidad crecimiento-innovación más elevada en comparación al Centro, Norte, PEI-Medio y PEI-Alto, regiones económicamente más avanzadas.

Con la introducción como primera sección, el documento cuenta con seis secciones más. En la segunda sección se revisa la literatura del tema; en la tercera se expone el marco teórico y metodológico; mientras que en la cuarta se describen los datos y las variables. La quinta sección estima y analiza los resultados y, finalmente, en la sexta sección se concluye.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Dos pilares teóricos de la relación innovación-crecimiento son la economía evolucionista y la nueva teoría del crecimiento económico (Acs y Varga, 2002; Antonelli, 2017). La primera sostiene que el crecimiento económico es impulsado por innovaciones, producto de inversiones empresariales incentivadas por la búsqueda de ganancias. Esta teoría también enfatiza aspectos institucionales y político-regionales, así como elementos microeconómicos que impactan el crecimiento económico, incluyendo comportamiento y tamaño de las empresas (Aghion *et al.*, 2015).

³ El PEI es el principal instrumento de política pública del país desde 2009 para fomentar la innovación en el sector empresarial.

Para la teoría evolucionista, la relación tiene implicaciones dinámicas. Se explica a partir de mecanismos sistémicos presentes en el proceso, pero también por la presencia de comportamientos aleatorios que generan o renuevan alguna variación de los factores que inciden en la innovación y el cambio tecnológico (Nelson y Winter, 1982; Dosi y Nelson, 1994, entre otros).

El aspecto evolutivo en el modelo de Aghion y Howitt (1992) descansa en el concepto de “destrucción creativa” sugerido por Schumpeter (1942). El crecimiento económico es resultado del progreso tecnológico y éste, a su vez, es producto de la competencia entre empresas dedicadas a la investigación en innovación. Para Aghion y Howitt (1992), la innovación es un proceso vertical que desplaza tecnología previa y privilegia tecnologías nuevas y mejoradas.

La nueva teoría del crecimiento económico, en cambio, valora los factores productivos de mayor importancia (Sala-i-Martin, 2000). Algunos elementos clave son los efectos *spillover* del conocimiento que derivan de la inversión física (Romer, 1986), el capital humano (Lucas, 1988), el capital público de infraestructura (Barro, 1990) y el gasto en I+D (Romer, 1990).

Particularmente, en Romer (1990) el crecimiento económico es impulsado por el cambio tecnológico que genera incentivos para la acumulación continua de capital, motivado por las decisiones de maximizar ganancias. De ahí se explica gran parte del incremento de la productividad que conduce al crecimiento. Romer (1990) se basa en una visión horizontal de la innovación, la tecnología existente no desaparece, sino que se suma a los inventos que paulatinamente se van introduciendo al mercado. Al considerar la no rivalidad de las ideas, el modelo se adentra en el terreno de los rendimientos crecientes a escala, priorizando la competencia monopolística.

Tanto Romer (1990) como Aghion y Howitt (1992) sitúan la inversión en I+D como el factor determinante de la innovación y, consecuentemente, del crecimiento económico sostenido. El gasto acumulado y las mejoras tecnológicas amplían el *stock* disponible para realizar otras innovaciones (Romer, 1990; Stokey, 1995), lo que genera *spillovers* que benefician no sólo a quienes generan innovación, sino también al resto de agentes productivos, al igual que en Griliches (1990).

Aún lejos de la frontera tecnológica, la innovación puede impulsar el crecimiento en regiones y países en desarrollo (Fagerberg *et al.*, 2010), además, comprender ampliamente las opciones innovadoras que ayudan al crecimiento de las economías emergentes (Ahlstrom, 2015).

La evidencia empírica reciente que confirma estas ideas es abundante, tanto internacional como regionalmente. Bilbao-Osorio y Rodríguez-Pose (2004) analizan dicha conexión en una muestra de países de la Unión

Europea. La innovación, medida como el número de solicitudes de patentes por cada millón de habitantes, genera efectos positivos que varían en función del nivel de desarrollo de los países. Igual resultado demostró Ulku (2004) en dos ejercicios sobre países miembros y no miembros de la OCDE. A partir de un modelo de panel dinámico estimado por el método general de momentos (GMM) de Arellano-Bond, para el periodo 1981-1997, la autora encuentra que las innovaciones (solicitudes de patentes) tienen impactos positivos en el PIB per cápita de ambas muestras. Entre los resultados destaca que el tamaño del mercado y el nivel de ingreso se asocian positivamente con la innovación. Al centrar la hipótesis en cuatro sectores de la manufactura, en 17 países de la OCDE (México incluido), Ulku (2007) llega a resultados similares.

Por su parte, Rodríguez-Pose y Crescenzi (2008) encuentran elasticidades positivas entre la tasa de crecimiento y el gasto en I+D de 15 países de la Unión Europea y concluyen que el PIB per cápita, como indicador del nivel de productividad regional, es más bajo cuanto mayor es la distancia con la frontera tecnológica. Hasan y Tucci (2010) destacan que los países que poseen empresas de mayor calidad de patentes, así como aquellos que las han aumentado, experimentan mayor crecimiento. En Polonia, Hungría y República Checa los efectos son también positivos, aunque de magnitud moderada (Pece *et al.*, 2015), lo mismo que en una muestra de 38 países durante 1981-2008 (Agénor y Neanidis, 2015). Sin embargo, Feki y Mnif (2016) reportan un efecto negativo en el corto plazo que se compensa y se vuelve positivo a largo plazo en un conjunto de 35 naciones en desarrollo.

Los autores Kacprzyk y Doryń (2017), no encuentran impactos significativos entre antiguos y nuevos miembros de la Unión Europea, pero sí un vínculo positivo cuando sólo se considera el grupo de países nuevos, lo que significa que, al estar más alejado del estado estacionario, más fuerte es la relación. El progreso tecnológico es el detonante principal del crecimiento de la productividad en provincias de China, como lo señalan Wu *et al.* (2017) y Zhou y Luo (2018). La inversión en innovación puede crear mercados nuevos que no sólo son la base para el crecimiento económico sostenido, sino también una forma de lograr prosperidad en los países pobres (Christensen *et al.*, 2019).

Las instituciones también pueden fomentar o reprimir las actividades empresariales productivas y de innovación (Acemoglu y Robinson, 2012; Rodrik *et al.*, 2004, entre otros), impulsar la creación de mercados (Tomizawa *et al.*, 2019) y mejorar las reglas de propiedad intelectual para proteger a los agentes innovadores (Peng *et al.*, 2017). Para Hu (2015), el cambio de imitación tecnológica a innovación de Corea del Sur no fue lineal, se requirieron políticas e instituciones en función de la etapa de desarrollo económico y tecnológico.

La causalidad también ha sido objeto de análisis, ya que puede existir bidireccionalidad entre innovación y crecimiento. Maradana *et al.* (2017 y 2019) utilizan técnicas de cointegración y modelos autorregresivos para sugerir causalidad unidireccional en algunos casos y bidireccional en otros. Avila-Lopez *et al.* (2019) detectan causalidad bidireccional en varios países de Latinoamérica. No sólo se debe fomentar la innovación, sino también las inversiones que incrementan el nivel de ingreso per cápita.

En México, la hipótesis innovación-crecimiento ha rendido relaciones positivas cuya causalidad va de la primera a la segunda. Gould y Gruben (1995) enfatizan relaciones positivas y sensibles a la estructura de mercado, ya que el vínculo tiende a ser más fuerte en regiones más abiertas y con esquemas robustos de propiedad intelectual. La importancia de la integración comercial también es apoyada en Ríos-Flores y Ocegueda (2018). Mendoza *et al.* (2008) muestran evidencia positiva, pero moderada desde indicadores regionales. La conexión también es favorable en Torres-Preciado *et al.* (2014) y se refuerza con la presencia de externalidades positivas de la innovación (medida desde patentes). Mungaray *et al.* (2015) encuentran impactos positivos desde la capacidad innovadora a ingresos y productividad de las exportaciones de bienes de alta tecnología. Beltrán-Morales *et al.* (2018) ubican una relación positiva entre la serie nacional de patentes (por ocupado) y el producto per cápita durante 1988-1998.

3. MODELO TEÓRICO Y ECUACIÓN DE ESTIMACIÓN

Modelo teórico

En la función de producción tradicional, el producto final (Y) se representa como una combinación de insumos que crece a medida que la contribución marginal del capital (F_K) es positiva (Solow, 1956):

$$Y = sF_K(K, L) \quad (1)$$

con s como la tasa de ahorro, K el capital y L el trabajo. Dado que se asumen rendimientos constantes, la acumulación continua de capital es necesaria para que no decline el nivel de producto. Para ello, es esencial la tecnología (con su actividad de innovación y patentamiento). Las mejoras en la tecnología (A) incentivan la acumulación de capital y producto (Romer, 1990), por lo que ésta debe ser endógena, es decir:

$$Y = F(A, K, L) \quad (2)$$

Sin embargo, entender el papel de la tecnología no ha sido sencillo. En algunos casos se ha tratado como dependiente del *stock* de capital, a través del aprendizaje y la experiencia, al igual que en Arrow (1962); otros la representaron como capital humano, en línea con Lucas (1988); mientras que para Romer (1986) y seguidores se constituye a partir de los esfuerzos de investigación de las empresas por desarrollar conocimiento (tecnología), que luego se vuelve público. Para Romer (1990), el problema radica en considerar la tecnología como un bien público, cuando en realidad se comporta como un bien parcialmente excluible, ya que primero se explota como sistema de patentes para después erigirse en un bien común.

Sin embargo, existen otros factores que deben tomarse en cuenta. Para la nueva geografía económica, la actividad económica se concentra en ciertas regiones, pero no en otras (Krugman, 1993 y 1995); aunque también hay un marco institucional influyendo en el proceso de innovación (eficiencia productiva) (Nelson y Winter, 1982). Aquí, la innovación resulta de la producción o transformación de conocimiento para crear otros productos y procesos, de tal forma que se crean entornos evolutivos; así, la innovación futura depende de la innovación del pasado y de la destrucción creativa (economía schumpeteriana).

Si se asumen efectos aditivos separados sobre el producto para relajar el supuesto de sustitutos perfectos (Romer, 1990), se agregan elementos institucionales y espaciales como la concentración regional y, finalmente, se expresa (2) en forma per cápita:

$$y_t = (EC_t A_t^\phi) k_t^\gamma \quad (3)$$

En la ecuación (3), E captura la eficiencia productiva (marco institucional), la cual cambia de manera lenta, por lo que se asume que es constante; C_t representa la concentración económica (procesos de aglomeración), la cual varía en el tiempo; A_t es un *stock* disponible de tecnología (conocimiento tecnológico) con $\phi > 0$, k_t es el *stock* de capital per cápita con $\gamma > 1$. La parte entre paréntesis puede pensarse como la productividad que está en función del marco institucional, la aglomeración y las diferencias en tecnología. Si se linealiza la ecuación (3), se agrega el término de error aleatorio (ε) y se define $\ln E = \alpha$, entonces:

$$\ln y_t = \alpha + \phi \ln A_t + \gamma \ln k_t + \theta \ln C_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

El producto per cápita es una combinación del nivel de progreso tecnológico, el *stock* de capital per cápita y los procesos de aglomeración. Debido a los rendimientos decrecientes al capital, las conductas dinámicas de A_t y C_t son clave en las fluctuaciones del producto per cápita.

Finalmente, para analizar conjuntos de economías el modelo en la ecuación (4) se representa como una estructura de panel y se agregan variables control sobre características específicas:

$$\ln y_{i,t} = \alpha + \phi \ln A_{i,t} + \gamma \ln k_{i,t} + \theta \ln C_{i,t} + \mathbf{X}_{i,t} \boldsymbol{\beta}_j + \eta_i + \varphi_t + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

donde $\mathbf{X}_{i,t}$ es una matriz de variables control, $\boldsymbol{\beta}_j$ un vector de coeficientes a ser estimados y η_i y φ_t son los efectos fijos individuales.

Metodología

Se define un modelo de rezagos distribuidos para probar el planteamiento previo donde, además, se busca tomar en cuenta que los efectos de la innovación podrían acumularse indefinidamente, aunque progresivamente decrecientes, y captar variaciones entre regiones y sectores. La ecuación estándar con una cantidad desconocida de rezagos de las variables explicativas se define como:

$$y_t = \alpha + \beta(L)x_t + \varepsilon_t = \alpha + \sum_{l=0}^{\infty} \beta_l x_{t-l} + \varepsilon_t \quad (6)$$

donde L es el operador de rezago polinomial. Para superar la condición de una cantidad ilimitada de rezagos, se asume el criterio de Koyck, es decir, los efectos de los rezagos caen de forma geométrica (Greene, 2008). Así, considerando un factor fijo, λ , de reducciones sucesivas en periodos previos:

$$\lambda y_{t-1} = \lambda \alpha + \beta(L) \lambda x_{t-1} + \lambda \varepsilon_{t-1} \quad (7)$$

Restando la ecuación (7) de la (6) y reordenando términos:

$$y_t = \alpha(1 - \lambda) + \lambda y_{t-1} + \beta_0 x_t + v_t \quad (8)$$

donde $v_t = (\varepsilon_t - \lambda \varepsilon_{t-1})$. De este modo, los efectos marginales de x sobre y son $\frac{\partial y_{t+1}}{\partial x_t} = \beta_t = \lambda^t \beta_0$, mientras que el multiplicador de largo plazo se estima desde $\sum_{t=0}^{\infty} \beta_t = \beta_0 \left(\frac{1}{1-\lambda} \right)$.

Así, el modelo se puede extender al caso de regresión múltiple de k -variables (Greene, 2008):

$$y_t = \alpha(1-\lambda) + \lambda y_{t-1} + \beta_{2,0} x_{2,t} + \beta_{3,0} x_{3,t} + \dots + \beta_{k,0} x_{k,t} + v_t \quad (9)$$

Dos medidas de interés son el valor medio y la mediana de los rezagos, ya que dan una idea de la velocidad a la cual y responde a un cambio en x (Greene, 2008):

$$\text{Rezago medio: } \frac{\lambda}{(1-\lambda)}, \text{ Mediana: } -\frac{\ln 2}{\ln \lambda}$$

Finalmente, expresando la ecuación (9) como una estructura de panel dinámico:

$$y_{i,t} = \alpha(1-\lambda) + \lambda y_{i,t-1} + \beta_{2,0} x_{2,i,t} + \beta_{3,0} x_{3,i,t} + \dots + \beta_{k,0} x_{k,i,t} + v_{i,t} \quad (10)$$

Para resolver problemas de endogeneidad e inconsistencia de las estimaciones, se usa el método GMM-Sistema que contempla rezagos de la variable endógena como instrumentos, ya sea en niveles y/o en diferencias (Arellano y Bond, 1991 y 1998; Blundell y Bond, 1998). La validez de los instrumentos se revisa mediante la prueba de sobreidentificación de Sargan, mientras que la no correlación serial se verifica con las pruebas de orden 1 y 2 sugeridas en Arellano y Bond (1998).

Modelo empírico, variables y fuente de datos

Se mide la innovación con el número de solicitudes de patentes reportado por el IMPI y se estandariza por cada 100 mil habitantes (coeficiente de inventiva). La variable dependiente es el PIB por entidad federativa del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y se considera por persona. Los datos de población estatal se obtienen de las proyecciones realizadas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO).

El modelo empírico incluye variables como acumulación de capital físico, aglomeración y tamaño relativo de las economías estatales, así como *dummies* de región y sector de la actividad económica. Como capital acumulado se utiliza el *stock* de capital industrial estimado en Germán-Soto (2008). A falta de cifras de inversión real por entidad federativa, este indicador es atractivo, ya que es una acumulación de inversiones a precios constantes de los sectores más intensivos en el uso de capital productivo (minería, electricidad, gas y agua, construcción y manufacturas). Como medida de aglomeración se utiliza la densidad de población por kilómetro cuadrado (el área estatal se obtiene del INEGI). Economías más densamente pobladas tienden a elevar los ingresos. Romer (1990), entre otros autores, señala que el modelo se puede ampliar incluyendo alguna medida de capital humano, pero en este caso el uso de indicadores de capital humano resulta insatisfactorio, debido a la colinealidad presente con aglomeración.

Durante el periodo de análisis, la densidad poblacional mantuvo una correlación del 98% con educación, medida como años de escolaridad promedio. Algunos autores encuentran que cuando aumenta el tamaño del mercado (densidad de población), también lo hace la inversión en capital humano (Duranton y Puga, 2004), o que capital humano se correlaciona fuertemente con población (Sedgley y Elmslie, 2001 y 2004). Por lo tanto, la aglomeración, aparte de ser útil en captar características intrínsecas de las economías regionales, también resulta atractiva para inferir sobre el potencial papel del capital humano.⁴ El tamaño relativo de las economías estatales se mide por el cociente producto estatal a nacional.

Una vez definido el conjunto de indicadores, el modelo empírico final es:

$$\ln(PIBpc)_{i,t} = \alpha(1 - \lambda) + \lambda\beta_1 \ln(PIBpc)_{i,t} + \beta_2 \ln(INN)_{i,t} + \beta_3 \ln(AGLO)_{i,t} + \beta_4 \ln(SC)_{i,t} + \beta_5 \ln(TAM)_{i,t} + \eta_i + \varphi_t + v_{i,t} \quad (11)$$

donde *PIBpc* es el ingreso per cápita, *INN* es la medida de innovación, *AGLO* es el índice de aglomeración, *SC* es el *stock* de capital y *TAM* es el tamaño relativo de las economías.

Para captar la evidencia empírica se definen tres criterios de regionalización: nivel de ingreso per cápita (regiones de ingresos altos, medios y bajos), grado de participación en el programa de estímulos a la innovación (regiones con PEI-Alto, PEI-Medio y PEI-Bajo) y ubicación geográfica (tres macro

⁴ Entre las variables ensayadas están escolaridad, matrículas universitaria y secundaria, y esperanza de vida. En todas se obtuvo colinealidad fuerte con aglomeración.

regiones: Norte, Centro y Sur). El criterio de ingresos per cápita se definió a partir del promedio de esta variable entre 2009 y 2017, mientras que para el PEI se midió la intensidad con la que cada entidad federativa participó en el programa de estímulos a la innovación en el mismo periodo. En ambos casos, la idea es tener una clasificación sin el sesgo ocasionado por el desempeño de algún año en particular. En el caso de la regionalización geográfica se siguió, en lo posible, la conformación Norte-Centro-Sur. Las tres clases de regiones se pueden representar en la misma ecuación de regresión, de manera simultánea, para formar un modelo interregional:

$$\ln(PIBpc)_{i,t} = \alpha(1-\lambda) + \lambda\beta_1 \ln(PIBpc)_{i,t-1} + \sum_{r=1}^3 DUM_r \left(\beta_{2,r} \ln(INN)_{i,t} + \beta_{3,r} \ln(AGLO)_{i,t} + \beta_{4,r} \ln(SC)_{i,t} + \beta_{5,r} \ln(TAM)_{i,t} \right) + \eta_i + \varphi_t + v_{i,t} \quad (12)$$

donde DUM_r es la *dummy* de la r -ésima región. La ecuación (12) se estima en forma restringida y no restringida, al asumir esta última efectos diferenciales por sector económico (primario, secundario y terciario). La definición de la ecuación (12) permite realizar análisis comparativo interregional, un aspecto crucial cuando se conducen estudios regionales.

4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO-DESCRIPTIVO

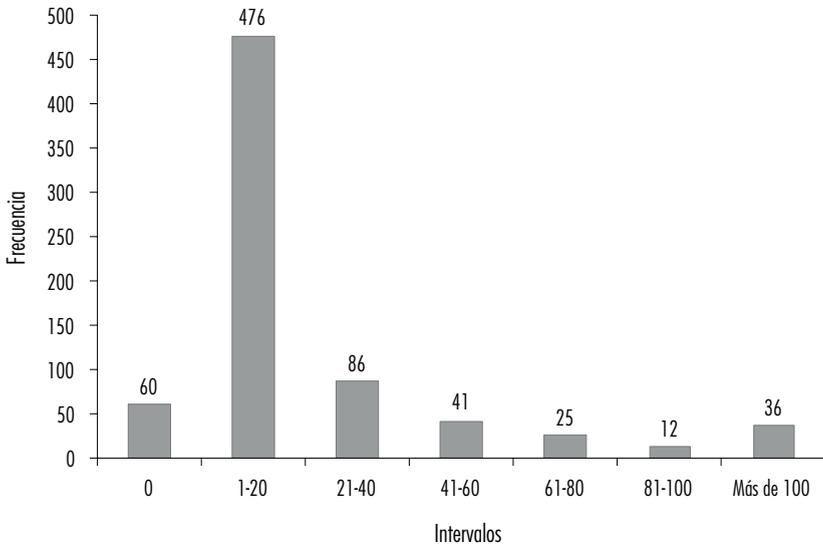
La generación de patentes por entidad federativa observa un comportamiento asimétrico y concentrado en intervalos inferiores de la distribución (véase figura 1). En el rango de 1 a 20 solicitudes se ubica 65% de los casos, mientras el nivel superior, mayor a 100, sólo se observa 4.9% de los registros totales.

Mientras tanto, la relación entre patentes por cada 100 mil habitantes y PIB per cápita de 2017, último del periodo de análisis, es positiva, aunque la pendiente no es muy fuerte (véase figura 2). El acentuado rasgo asimétrico se vuelve más visible con el análisis de las estadísticas básicas (véase tabla 1). Se destaca la gran distancia entre valores máximos y mínimos. El PIB per cápita estatal promedia la cifra más elevada en el estado de Campeche, de 2003 (MXN\$1 413 millones),⁵ un ingreso similar al de países como Noruega y Finlandia y superior al de Estados Unidos de América.

No obstante, el ingreso de Campeche obedece en gran medida a las actividades de extracción de petróleo, cuyos recursos monetarios no permanecen en

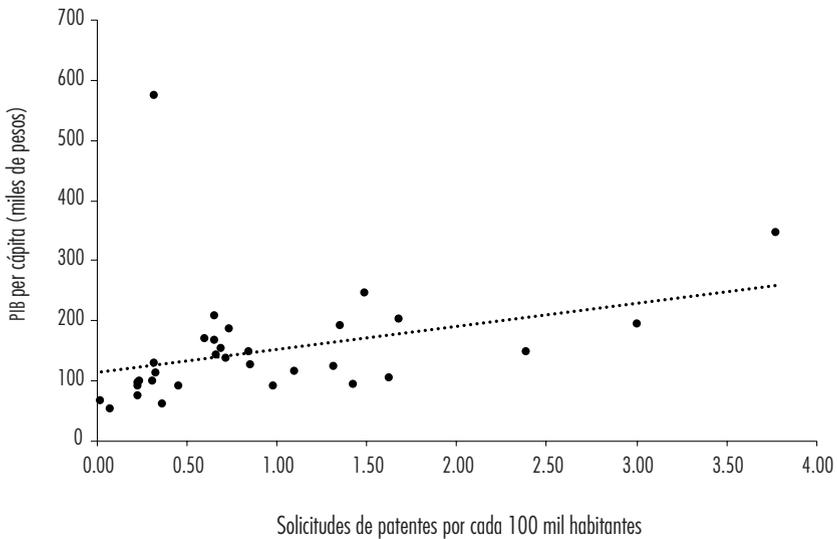
⁵ Unidades monetarias en pesos y en valores constantes de 2013.

Figura 1. Distribución de la solicitud de patentes



Fuente: elaboración propia con base en información del IMPI (2018).

Figura 2. Relación entre coeficiente de inventiva y PIB per cápita, 2017



Fuente: elaboración propia con base en información del INEGI (2018) y del IMPI (2018).

la entidad, por lo que un mejor parámetro de comparación es el ingreso per cápita de la Ciudad de México, cuyo valor máximo asciende a MXN\$345 558 (millones anuales), monto parecido al de países como Barbados, Lituania y República Eslovaca.

La cifra más baja del panel se observa en el estado de Oaxaca, en 1995 (MXN\$49 185 millones), semejante a la de países como Nicaragua o Ghana.⁶ La densidad poblacional también presenta una varianza grande. La Ciudad de México tiene el valor más alto en 2004, con 5 993 habitantes por km²; mientras el estado con menor densidad es Baja California Sur, con cinco habitantes por km² en 1994.

Tabla 1. Estadística descriptiva de las variables básicas, 1994-2017

	<i>Observaciones</i>	<i>Media</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Valor mínimo</i>	<i>Valor máximo</i>
PIB per cápita (Y)	736	147 897	180 007	49 185	1 413 430
Coefficiente de inventiva (INN)	736	5.25	7.81	0.05	66.09
Tamaño de economía (TAM)	736	3.13	3.22	0.51	17.89
Stock capital per cápita (SC)	736	70 278	86 985	87 094	734 545
Densidad de población (AGLO)	736	286	1 027	5	5 993

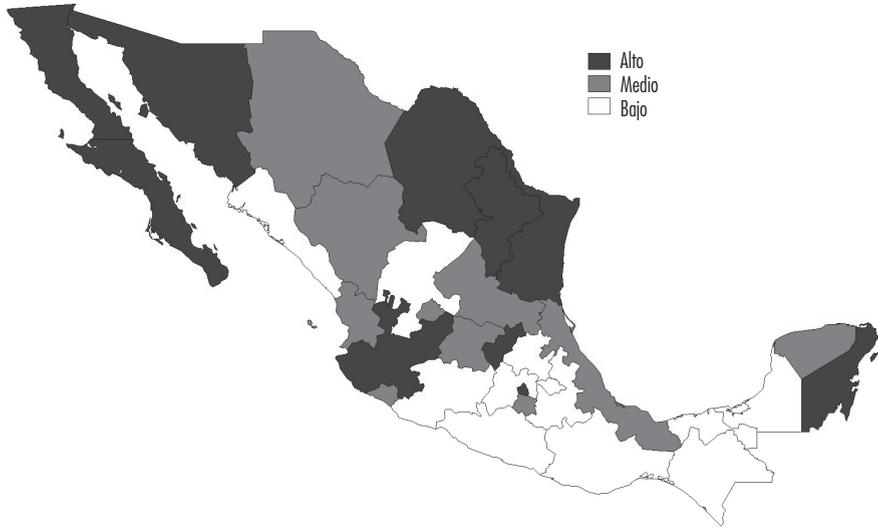
Fuente: elaboración propia.

En cuanto al tamaño relativo de las economías estatales, el valor más alto lo posee la Ciudad de México, en 1995, al participar con 17.89% de la economía nacional, mientras que el más bajo se atribuye a Colima, en 2005, con 0.51%. En cuanto al *stock* de capital industrial per cápita se observa que las dos principales entidades petroleras, Campeche y Tabasco, también presentan niveles más altos de todo el periodo. El valor mínimo del *stock* de capital industrial pertenece a Quintana Roo, en 2017, una entidad con poca industria, pero con clara vocación turística.

En las figuras 3, 4 y 5 se clasifican los estados del país con base en los criterios de regionalización macro definidos previamente. La concentración de los niveles más elevados de ingreso y recursos ejecutados dentro del PEI se da en el norte del país, la Ciudad de México, Jalisco y Querétaro, principalmente.

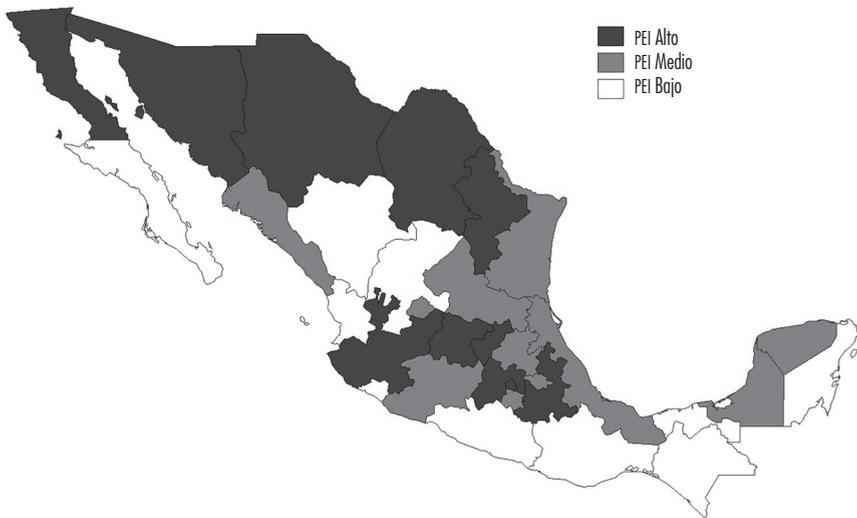
⁶ Los datos de PIB per cápita son constantes y se tomaron del Banco Mundial (2018).

Figura 3. Regionalización por nivel de ingreso



Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Regionalización por nivel de recursos ejercidos dentro del PEI



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Regionalización basada en localización geográfica



Fuente: elaboración propia.

5. RESULTADOS

En las estimaciones con GMM-Sistema se aplica la opción de dos etapas.⁷ Los resultados se presentan en las tablas 2, 3 y 4. La tabla 2 constituye un análisis sin regionalizar. Por cada 1% de incremento en el coeficiente de inventiva se genera un aumento de 0.063% de los ingresos. La estimación es estadísticamente significativa y superior a la relación estimada para países de ingreso medio que utilizan una variable de innovación y crecimiento comparables.

⁷ Como menciona Arellano (1993), el procedimiento bietápico es preferible en caso de heteroscedasticidad.

Pece *et al.* (2015) destacan valores de 0.1% (Polonia), 0.5% (República Checa) y 0.6% (Hungría). Para una muestra de 58 países, Hasan y Tucci (2010) estiman una elasticidad de PIB per cápita a patentes cercana a 0.04% en economías de alto y bajo ingreso, mientras que Feki y Mnif (2016) estiman un efecto de 0.02% en 35 países en desarrollo.

Tabla 2. Crecimiento-innovación, resultados desde la muestra absoluta

<i>Variable</i>	<i>Muestra absoluta</i>	
ln(Yt-1)	0.432 ***	(41.40)
ln(INN)	0.063 ***	(17.20)
ln(SC)	0.030 ***	(12.00)
ln(AGLO)	-0.189 ***	(7.15)
ln(TAM)	0.667 ***	(27.60)
<i>Dummy</i> de crisis de 2008	-0.016 ***	(17.50)
Constante	6.530 ***	(62.50)
Diagnósticos de regresión		
Prueba Sargan	31.84	[0.97]
Correlación serial (orden 1)	-4.56 ***	[0.00]
Correlación serial (orden 2)	0.18	[0.86]
Efectos de largo plazo		
Mediana de los rezagos	0.826	
Rezago medio	0.761	
Elasticidad de la innovación	0.111	

Notas: valores *t* entre paréntesis y *p*-valores entre corchetes. El superíndice *** indica significancia al 1%.

Fuente: elaboración propia.

Ulku (2004) encuentra que la elasticidad entre solicitudes de patentes y PIB per cápita de varias submuestras de países de la OCDE oscila entre 0.04 y 0.06%; en tanto que estimaciones de Kacprzyk y Doryń (2017), para la zona europea, van de 0.02 a 0.08%, usando definiciones de patentes del sistema

EPO, y de 0.003 a 0.12% para las establecidas desde la USPTO.⁸ Ríos y Castillo (2015) estiman variaciones que van de 0.02% (con patentes) a 0.04% (coeficiente de inventiva) en una muestra conjunta de países desarrollados y en desarrollo. Esta primera aproximación es consistente, tanto con la teoría, como con varios de los estudios de corte nacional e internacional que usan metodologías y variables similares.

En México, Ríos-Flores y Ocegueda (2018) no encuentran significancia desde patentes, pero cuando ensayan con el coeficiente de inventiva obtienen una elasticidad estadísticamente significativa de 0.03%. Al considerar la relación en un modelo interregional, las elasticidades innovación-crecimiento fluctúan entre 0.03 y 0.06%, entre regiones de alto, medio y bajo ingreso, valores muy cercanos a los de este trabajo y que pueden ser comparables al usar técnicas de estimación y regionalización similares. Mungaray *et al.* (2015) estiman efectos que elevan el PIB per cápita en 0.15% por cada aumento porcentual de la capacidad innovadora de México, valor superior al de países de la OCDE y la Unión Europea. Finalmente, Beltrán-Morales *et al.* (2018) estiman elasticidades entre 0.03 y 0.05% durante 1998-2008, al usar número de patentes o patentes relativizadas por sueldos y salarios.

El tamaño de la economía y el *stock* de capital físico también ejercen efectos positivos y significativos sobre los ingresos. Además, la variable *dummy* sobre la crisis internacional de 2008 resultó negativa y significativa, por lo que este evento ha contribuido en debilitar el crecimiento. Hay que recordar que la innovación que se realiza en México, al igual que en otros países en desarrollo, presenta un fuerte componente multinacional, en la medida que esta actividad es dominada por empresas extranjeras que buscan explotar los rendimientos crecientes que genera una nueva invención. En México, una proporción importante de las patentes (cerca de 90%) es de origen extranjero, por lo tanto, ante una crisis global como la de 2008, se reduce significativamente la actividad multinacional que se ve reflejada en patentamiento y, en consecuencia, las derramas regionales se ven afectadas negativamente.

El modelo no presenta problemas de sobreidentificación (prueba Sargan), es decir, hay una correcta selección de las condiciones de momentos. La prueba Arellano-Bond sostiene que en el segundo orden deja de existir autocorrelación serial, como debe ser. La mediana de los rezagos en la tabla 2 es 0.87, es decir, 50% del cambio total en el ingreso per cápita se logra en poco menos de un periodo. El valor de rezago medio es de 0.76 y representa un promedio

⁸ Oficina Europea de Patentes (EPO) y Oficina de Patentes y Marcas Registradas de Estados Unidos (USPTO).

ponderado de los rezagos. Finalmente, el multiplicador de largo plazo de la innovación indica que ante un incremento sostenido del 1% en el coeficiente de inventiva se produce un aumento de 0.11% en el ingreso per cápita estatal.

Las tablas 3 y 4 reportan la evidencia regional y sectorial. La primera columna de la tabla 3 corresponde al criterio de regionalización basado en ingresos. La elasticidad innovación-crecimiento más elevada se observa en la región de ingresos altos (0.079%), mientras que el efecto más pequeño se encuentra en la de menor ingreso (0.038%). Esto sugiere efectos jerarquizados por nivel de ingresos.

Los resultados no son muy diferentes a los obtenidos por Hasan y Tucci (2010) a nivel de países, como ya se comentó, pero son más cercanos a los de Ulku (2004) y se encuentran dentro del rango estimado por Kacprzyk y Doryń (2017) para países de la zona europea. Además, al igual que en Ulku (2004), las economías de mayor ingreso mostraron también mayor elasticidad.

La mediana de los rezagos del modelo regionalizado por ingresos es 0.85, muy similar a la estimada para la muestra absoluta (véase tabla 2). El efecto multiplicador de largo plazo es mayor en la región de ingresos elevados, de 0.14%, un valor ligeramente superior al encontrado para la muestra global.

Los resultados basados en regiones con PEI muestran que el efecto de corto plazo de la innovación sobre el ingreso per cápita es muy similar en las regiones PEI-Medio y PEI-Bajo, ligeramente superior al 0.05%. En consecuencia, el multiplicador de largo plazo de estas regiones también es semejante: un incremento sostenido de 1% en el coeficiente de inventiva aumentará en 0.09% el ingreso per cápita de las entidades de estas dos regiones. Los resultados de esta regionalización sugieren que el PEI jugó un papel decisivo en el efecto que tiene la innovación sobre el ingreso estatal, aunque fue no significativo para el grupo de entidades que ejercen más recursos dentro del programa, esto puede suceder porque posiblemente muestran una mayor cercanía a la relación de equilibrio.

En los resultados por región geográfica, la elasticidad entre innovación e ingreso per cápita es mayor en la región Sur (0.06%) que en el Centro (0.042%), mientras en el Norte, aunque más elevada, fue no significativa. Estas diferencias de corto plazo explican que el efecto de largo plazo también es mayor en el Sur (de 0.12%) que en el Centro (0.09%). En sí, las intensidades de elasticidad parecen reflejar la condición de rendimientos decrecientes, cuanto más lejanos del crecimiento potencial, como sería el caso del Sur, existe un efecto mayor.

Tabla 3. Crecimiento-innovación, resultados del modelo interregional restringido

<i>Variable/Región</i>	<i>Ingreso</i>		<i>PEI</i>		<i>Geografía</i>	
$\ln(Y_{t+1})$	0.441***	(14.60)	0.404***	(20.70)	0.510***	(23.10)
$\ln(\text{INN}) * D1$	0.079***	(3.53)	0.022	(0.87)	0.048	(1.37)
$\ln(\text{INN}) * D2$	0.049***	(2.79)	0.051**	(2.27)	0.042**	(2.06)
$\ln(\text{INN}) * D3$	0.038***	(3.98)	0.053***	(3.65)	0.06**	(2.34)
$\ln(\text{TAM}) * D1$	0.590***	(4.45)	1.130***	(5.14)	0.577***	(2.93)
$\ln(\text{TAM}) * D2$	0.707***	(4.13)	0.806***	(6.58)	0.473**	(2.25)
$\ln(\text{TAM}) * D3$	0.615***	(9.77)	0.427***	(6.13)	0.532***	(6.72)
$\ln(\text{SC}) * D1$	0.034	(1.47)	0.017	(0.83)	-0.025	(-0.83)
$\ln(\text{SC}) * D2$	-0.023	(-0.62)	0.011	(0.38)	0.055	(1.49)
$\ln(\text{SC}) * D3$	0.039**	(2.09)	0.053***	(3.68)	0.029	(1.32)
$\ln(\text{AGLO}) * D1$	-0.371*	(-1.66)	-0.115	(-0.41)	-0.197	(-0.36)
$\ln(\text{AGLO}) * D2$	-0.080	(-0.34)	0.096	(-0.25)	0.004	(0.01)
$\ln(\text{AGLO}) * D3$	0.017	(0.06)	-0.193	(-0.72)	-0.396	(-0.87)
Constante	6.330***	(15.60)	6.120***	(15.40)	5.770***	(11.30)
Diagnósticos de regresión						
Prueba Sargan	31.64	[0.97]	31.32	[0.95]	31.29	[0.94]
Correlación serial (orden 1)	-4.66***	[0.00]	-4.53***	[0.00]	-4.032***	[0.00]
Correlación serial (orden 2)	-0.108	[0.91]	0.193	[0.85]	0.534	[0.59]
Efectos de largo plazo						
Mediana de los rezagos	0.847		0.765		1.029	
Rezagado medio	0.789		0.678		1.041	
Elasticidad de innovación en D1	0.141		n.s.		n.s.	
Elasticidad de innovación en D2	0.088		0.086		0.086	
Elasticidad de innovación en D3	0.068		0.089		0.122	

Notas: valores t entre paréntesis y p -valores entre corchetes. n.s. = "no significativo". Los superíndices ***, ** y * indican significancia al 1, 5 y 10%, respectivamente. D_j para $j = 1, 2$ y 3 son *dummies* para las categorías de cada criterio de región usado en el modelo interregional y toman valores de la siguiente manera: D1 = 1 para ingreso alto, PEI-Alto, Norte; 0 en otro caso. D2 = 1 para ingreso medio, PEI-Medio, Centro; 0 en otro caso. D3 = 1 para ingreso bajo, PEI-Bajo, Sur; 0 en otro caso.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Crecimiento-innovación, resultados del modelo interregional no restringido por sector

<i>Variable/Sector</i>	<i>Primario</i>		<i>Secundario</i>		<i>Terciario</i>	
$\ln(Y_{i,t})$	0.430***	(20.50)	0.397***	(11.00)	0.404***	(18.80)
$\ln(\text{INN}) * D1$	0.065	(1.46)	0.082***	(4.02)	0.080**	(2.45)
$\ln(\text{INN}) * D2$	0.064**	(2.40)	0.069*	(1.77)	0.085**	(2.15)
$\ln(\text{INN}) * D3$	0.065**	(2.33)	0.054***	(2.62)	0.037***	(3.47)
$\ln(\text{TAM}) * D1$	0.031	(1.02)	0.683***	(7.98)	-0.002	(-0.07)
$\ln(\text{TAM}) * D2$	-0.086	(-0.25)	0.847***	(2.94)	0.015	(0.71)
$\ln(\text{TAM}) * D3$	0.069	(1.49)	0.303*	(1.92)	0.063*	(1.65)
$\ln(\text{SC}) * D1$	0.651***	(2.70)	0.070*	(1.72)	0.875***	(5.18)
$\ln(\text{SC}) * D2$	0.675***	(7.48)	-0.007	(-0.21)	0.667***	(7.71)
$\ln(\text{SC}) * D3$	0.654***	(12.10)	0.044*	(1.69)	0.623***	(9.72)
$\ln(\text{AGLO}) * D1$	-0.165	(-0.28)	-0.393*	(-1.72)	-0.282	(-0.68)
$\ln(\text{AGLO}) * D2$	-0.375	(-0.63)	-0.386	(-0.54)	-0.562	(-1.15)
$\ln(\text{AGLO}) * D3$	-0.224	(-0.58)	0.007	(0.02)	-0.022	(-0.09)
Constante	6.800***	(13.70)	7.130***	(8.53)	7.210***	(14.00)
Diagnósticos de regresión						
Prueba Sargan	31.30	[0.97]	31.10	[0.96]	31.60	[0.95]
Correlación serial (orden 1)	-4.42***	[0.00]	-4.53***	[0.00]	-4.60***	[0.00]
Correlación serial (orden 2)	0.36	[0.72]	0.19	[0.85]	0.21	[0.83]
Efectos de largo plazo						
Mediana de los rezagos	0.821		0.750		0.765	
Rezagado medio	0.754		0.658		0.678	
Elasticidad de innovación en D1	n.s.		0.136		0.134	
Elasticidad de innovación en D2	0.112		0.114		0.143	
Elasticidad de innovación en D3	0.114		0.090		0.062	

Notas: valores *t* entre paréntesis y *p*-valores entre corchetes. n.s. = "no significativo". Los superíndices ***, ** y * indican significancia al 1, 5 y 10%, respectivamente. Definición de regiones, véanse notas de la tabla 3.

Fuente: elaboración propia.

La hipótesis no restringida sobre diferencias sectoriales (véase tabla 4) señala efectos no significativos del coeficiente de inventiva sobre el ingreso per cápita de las entidades de mayor tamaño relativo del sector primario, un resultado relacionado al nivel bajo de tecnología que caracteriza a este sector.

Las entidades de tamaño medio y pequeño del sector primario presentan efectos de corto plazo muy similares (0.064 y 0.065, respectivamente), lo que sugiere que el crecimiento económico es menos dependiente de este grupo de actividades productivas. Sin embargo, las entidades con mayor tamaño de los sectores secundario y terciario estiman efectos de innovación más elevados (alrededor del 0.08%) en comparación a las de menor proporción (entre 0.04 y 0.05%). Este mismo resultado comparativo interregional se mantiene en relación con el multiplicador de largo plazo, que se ubica entre 0.06 y 0.14%.

En general, los resultados confirman la mayor importancia que reviste el sector más relacionado con el uso de capital productivo para innovar, además de que son consistentes con la hipótesis de efectos diferenciados no sólo entre regiones, sino también entre sectores de la actividad económica, un aspecto que, en el caso mexicano, es importante distinguir para enfocar una adecuada política de innovación (Unger, 2011).

6. CONCLUSIONES

Los ejercicios empíricos coinciden con la teoría y reafirman la idea según la cual la innovación es un factor que estimula el crecimiento económico. El efecto de la innovación sobre el nivel de ingreso per cápita de las entidades es muy cercano al estimado en países de la OCDE y en los de ingreso medio.

El efecto de la innovación en el crecimiento económico varió con la presencia de políticas públicas como el PEI. Fue mayor en regiones económicamente en desventaja, por lo que se deduce que también podría ser usado para reducir las desigualdades regionales. El crecimiento se podría potenciar fortaleciendo programas que buscan impulsar la innovación.

El impulso a la innovación no sólo impacta con mayor fuerza la productividad de regiones alejadas de la frontera tecnológica, sino también contribuye a mejorar la capacidad de asimilar y, eventualmente, producir nuevas tecnologías. En este sentido, es importante tomar en consideración lo que se conoce como la trampa de “algo mejor” (Ahlstrom, 2015), es decir, invertir demasiados recursos en tratar de superar las innovaciones de los países tecnológicamente más avanzados, cuando bien se pueden generar productos y procesos que mejoren endógenamente la productividad de los mercados loca-

les, o incluso fomentar su creación, un área de oportunidad que presentan las actividades económicas del país.

El camino hacia una economía innovadora puede ser complejo. Los resultados indican la utilidad de diseñar instrumentos de políticas públicas que apoyen y den continuidad a programas que ya están en marcha con una visión de largo plazo. Los efectos de la innovación tienden a ser más importantes en las regiones con mayor tamaño de los sectores secundario y terciario. Se podría investigar la contribución de la innovación dentro de actividades económicas más específicas, por ejemplo, para dirigir políticas públicas de apoyo a la innovación con mayor efecto en el crecimiento económico. También parece deseable concentrar los esfuerzos de innovación en industrias tecnológicamente más intensivas, de acuerdo con la categorización que ha venido construyendo y actualizando la OECD (2003).

A pesar de las ventajas que presenta el número de patentes como indicador de innovación, entre las que se cuentan su sencillez y facilidad de aplicación, así como la cualidad de permitir comparaciones homogéneas en espacio y tiempo, no hay que olvidar que el concepto de innovación es mucho más amplio, al cubrir procesos y diseños organizacionales novedosos que se encuentran directamente ligados a la producción de bienes y servicios y que, muchas de las veces, son difíciles de concentrar en un solo indicador. Por lo tanto, el parámetro de patentamiento usado es únicamente una aproximación al comportamiento real que intenta medir.

Aún con estas limitantes, es posible concluir que la relación crecimiento-innovación es positiva y, además, puede ser potenciada mediante políticas públicas que consideren la diversidad regional del país.

BIBLIOGRAFÍA

- Acemoglu, D. y Robinson, J. (eds.) (2012). *Why nations fail: The origins of power, prosperity and poverty*. Crown Books. <https://doi.org/10.30541/v51i3pp.276-278>
- Acs, Z. y Varga, A. (2002). Geography, endogenous growth, and innovation. *International Regional Science Review*, 25(1). <https://doi.org/10.1177/016001702762039484>
- Agénor, P. R. y Neanidis, K. C. (2015). Innovation, public capital, and growth. *Journal of Macroeconomics*, 44(C). <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2015.03.003>

- Aghion, P. y Howitt, P. (1992). A model of growth through creative destruction. *Econometrica*, 60(2). <https://doi.org/10.2307/2951599>
- _____, Akcigit, U. y Howitt, P. (2015). The schumpeterian growth paradigm. *Annual Review of Economics*, 7(1). <https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080614-115412>
- Ahlstrom, D. (2015). Innovation and growth in emerging economies. En Austrian Council for Research and Technology Development (ed.). *Designing the future: Economic, societal, and political dimensions of innovation* (pp. 353-387). Echomedia.
- Antonelli, C. (2017). *Endogenous innovation. The economics of an emergent system property*. Edward Elgar Publishing.
- Arellano, M. (1993). On the testing of correlates effects with panel data. *Journal of Econometrics*, 59(1-2). [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(93\)90040-C](https://doi.org/10.1016/0304-4076(93)90040-C)
- Arellano, M. y Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*, 8(2). <https://doi.org/10.2307/2297968>
- _____, y Bond, S. (1998). Dynamic panel data estimation using DPD98 for Gauss: A guide for users. CEMFI, December 1998. <https://www.cemfi.es/~arellano/#WPapers>.
- Arrow, K. J. (1962). The economic implications of learning by Doing. *The Review of Economic Studies*, 29(3). <https://doi.org/10.2307/2295952>
- Avila-Lopez, L., Chaofeng, L. y Lopez-Leyva, S. (2019). Innovation and growth: Evidence from Latin American countries. *Journal of Applied Economics*, 22(1). <https://doi.org/10.1080/02102412.2019.1610624>
- Banco Mundial (2018). Indicadores del desarrollo mundial. <https://datos.bancomundial.org/indicador>
- Barro, R. (1990). Government spending in a simple model of endogeneous growth. *Journal of Political Economy*, 98(5). <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/261726>
- Beltrán-Morales, L., Almendarez-Hernández, M. y Jefferson, D. (2018). El efecto de la innovación en el desarrollo y crecimiento de México: una aproximación usando las patentes. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 195(49). <https://doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2018.195.63191>
- Billbao-Orsorio, B. y Rodríguez-Pose, A. (2004). From R&D to innovation and economic growth in the EU. *Growth and Change*, 35(4). <https://doi.org/10.1111/j.1468-2257.2004.00256.x>

- Blundell, R. y Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1). [https://doi.org/10.1016/s0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/s0304-4076(98)00009-8)
- Christensen, C., Ojomo, E. y Dillon, K. (eds.) (2019). *The prosperity paradox: How innovation can lift nations out of poverty*. Harper Business.
- Dosi, G. y Nelson, R. (1994). An introduction to evolutionary theories in economics. *Journal of Evolutionary Economics*, 4(3). <https://doi.org/10.1007/BF01236366>
- Duranton, G. y Puga, D. (2004). Micro-foundations of urban agglomeration economies. En J. V. Henderson y J. F. Thisse (ed.). *Handbook of regional and urban economics*, vol. 4 (pp. 2063-2117). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/s1574-0080\(04\)80005-1](https://doi.org/10.1016/s1574-0080(04)80005-1)
- Fagerberg, J., Srholec, M. y Verspagen, B. (2010). Innovation and economic development. En B. Hall y N. Rosenberg (eds.). *Handbook of economics of innovation*, vol. 2 (pp. 833-872). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/s0169-7218\(10\)02004-6](https://doi.org/10.1016/s0169-7218(10)02004-6)
- Feki, C. y Mnif, S. (2016). Entrepreneurship, technological innovation, and economic growth: Empirical analysis of panel data. *Journal of the Knowledge Economy*, 7(4). <https://doi.org/10.1007/s13132-016-0413-5>
- Germán-Soto, V. (2008). El stock de capital industrial medido a través de la relación inversión-empleo: estimaciones para los estados mexicanos. *Ensayos. Revista de Economía*, 27(1). <http://ensayos.uanl.mx/index.php/ensayos/article/view/105>
- Gould, D. y Gruben, W. (1995). El papel de los derechos de propiedad intelectual en el crecimiento económico. *Economía Mexicana, Nueva Época*, 4(2). <https://doi.org/10.2307/j.ctv10rr99j.11>
- Greene, W. H. (2008). *Econometric analysis*. Pearson Prentice Hall. (Original publicado en 1990).
- Griliches, Z. (1990). Patent statistics as economic indicators: A survey. *Journal of Economic Literature*, 28(4). <https://www.jstor.org/stable/2727442>
- Grossman, G. y Helpman, E. (eds.) (1991). *Innovation and growth in the global economy*. MIT Press.
- Guzmán, A. y Gómez, H. (2010). Brechas tecnológicas y procesos de convergencia entre países emergentes e industrializados en la industria biofarmacéutica, 1980-2005. En J. Guillén (coord.). *Una década de estudios sobre economía social* (pp. 38-65). Juan Pablos.
- _____, López-Herrera, F. y Venegas Martínez, F. (2012). Un análisis de cointegración entre patentes y crecimiento económico en México, 1980-

2008. *Investigación Económica*, 71(281). <https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2012.281.37352>
- Hasan, I. y Tucci, Ch. (2010). The innovation-economic growth nexus: Global evidence. *Research Policy*, 39(10). <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.07.005>
- Hu, A. (2015). Innovation and economic growth in east Asia: An overview. *Asian Economic Policy Review*, 10(1). <https://doi.org/10.1111/aepr.12078>
- Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) (2018). Informe anual. <https://www.impi.gob.mx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2018). Sistema de cuentas nacionales. <http://www.inegi.org.mx>
- Kacprzyk, A. y Doryń, W. (2017). Innovation and economic growth in old and new member states of the European Union. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 30(1). <https://doi.org/10.1080/1331677x.2017.1383176>
- Krugman, P. (1993). On the number and location of cities. *European Economic Review*, 37(2-3). [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(93\)90017-5](https://doi.org/10.1016/0014-2921(93)90017-5)
- _____ (1995). *Development, geography and economic theory*. MIT Press.
- Lucas, R. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1). [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- Maradana, R., Pradhan, R., Dash, S., Gaurav, K., Jayakumar, M. y Chatterjee, D. (2017). Does innovation promote economic growth? Evidence from European countries. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s13731-016-0061-9>
- Maradana, R., Zaki, D., Pradhan, R., Gaurav, K., Dash, S., Jayakumar, M. y Sarangi, A. (2019). Innovation and economic growth in European economic area countries: The Granger Causality Approach. *IIMB Management Review*, 31(3). <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2019.03.002>
- Mendoza, J., Torres, V. y Polanco, M. (2008). Desigualdad del crecimiento económico regional e innovación tecnológica en México. *Comercio Exterior*, 58(7). http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/117/2/507_Mendoza_et-al.pdf
- Mungaray, A., Ríos, J., Aguilar, J. y Ramírez, M. (2015). La capacidad innovadora de la economía mexicana. *Economía: Teoría y Práctica*, 43(2). <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/432015/mungaray>
- Nelson, R. y Winter, S. (eds.) (1982). *An evolutionary theory of economic change*. Harvard University Press.
- OCDE (2015). *Estudios económicos de la OCDE México*. OCDE. <https://doi.org/10.1787/9789264218734-es>

- OECD (2003). *OECD Science, technology and industry scoreboard 2003*. OECD. https://doi.org/10.1787/sti_scoreboard-2003-en
- Pece, A., Oros, O. y Salisteanu, F. (2015). Innovation and economic growth: An empirical analysis for CEE countries. *Procedia Economics and Finance*, 26(1). [https://doi.org/10.1016/s2212-5671\(15\)00874-6](https://doi.org/10.1016/s2212-5671(15)00874-6)
- Peng, M., Ahlstrom, D., Carraher, S. y Shi, W. (2017). An institution-based view of global IPR history. *Journal of International Business Studies*, 48(7). <https://doi.org/10.1057/s41267-016-0061-9>
- Ríos, J. y Castillo, M. (2015). Efectos de la capacidad innovadora en el crecimiento económico. Análisis comparativo entre países desarrollados y en desarrollo. *Región y Sociedad*, 64(27). <https://doi.org/10.22198/rys.2015.64.a312>
- Ríos-Flores, J. y Ocegueda, J. (2018). Efectos de la capacidad innovadora en el crecimiento económico de las entidades federativas en México 2018. *Estudios Fronterizos*, 19. <https://doi.org/10.21670/ref.1813013>
- Rodríguez-Pose, A. y Crescenzi, R. (2008). Research and development, spillovers, innovation systems, and the genesis of regional growth in Europe. *Regional Studies*, 42(1). <https://doi.org/10.1080/00343400701654186>
- Rodrik, D., Subramanian, A. y Trebbi, F. (2004). Institutions rule: The primacy of institutions over geography and integration in economic development. *Journal of Economic Growth*, 9(2). <https://doi.org/10.3386/w9305>
- Romer, P. (1986). Increasing returns and long-run growth. *The Journal of Political Economy*, 94(5). <https://doi.org/10.1086/261420>
- _____ (1990). Endogenous technological change. *The Journal of Political Economy*, 98(5), S71-S102. <https://doi.org/10.1086/261725>
- Sala-i-Martin, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. Antoni Bosch.
- Schumpeter, J. (1942). *Capitalism, socialism and democracy*. Harper & Brothers.
- Sedgley, N. y Elmslie, B. (2001). Agglomeration and congestion in the economics of ideas and technological change. *American Journal of Economics and Sociology*, 60(1). <https://doi.org/10.1111/1536-7150.00056>
- _____ y Elmslie, B. (2004). The geographic concentration of knowledge: Scale, agglomeration, and congestion in innovation across U.S. states. *International Regional Science Review*, 27(2). <https://doi.org/10.1177/0160017603262401>
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 70(1). <https://doi.org/10.2307/1884513>

- Stokey, N. (1995). R&D and economic growth. *The Review of Economic Studies*, 62(3). <https://doi.org/10.2307/2298038>
- Tomizawa, A., Zhao, L., Bassellier, G. y Ahlstrom, D. (2019). Economic growth, innovation, institutions, and the great enrichment. *Asia Pacific Journal of Management*, 37(1). <https://doi.org/10.1007/s10490-019-09648-2>
- Torres-Preciado, V., Polanco-Gaytán, M. y Tinoco-Zermeño, M. (2014). Technological innovation and regional economic growth in Mexico: A spatial perspective. *The Annals of Regional Science*, 52(1). <https://doi.org/10.1007/s00168-013-0581-1>
- Ulku, H. (2004). R&D, innovation, and economic growth: An empirical analysis. *International Monetary Fund Working Papers*, No. 04/185. https://www.imf.org/-/media/Websites/IMF/imported-full-text-df/external/pubs/ft/wp/2004/_wp04185.ashx
- _____ (2007). R&D, innovation, and growth: Evidence from four manufacturing sectors in OECD countries. *Oxford Economic Papers*, 59(3). <https://doi.org/10.1093/oepl/gpl022>
- Unger, K. (2011). La política de estímulos fiscales a ID en México. Alcances limitados en el contexto de innovación de las empresas. *El Trimestre Económico*, 78(309). <https://doi.org/10.20430/ete.v78i309.27>
- Wu, Y., Guo, X. y Marinova, D. (2017). Productivity, innovation and China's economic growth. En L. Song, R. Garnaut, C. Fang y L. Johnston (eds.). *China's new sources of economic growth: Human capital, innovation and technological change* (pp. 213-227). ANU Press. <https://doi.org/10.22459/cnseg.07.2017.09>
- Yanhui, W., Huiying, Z. y Jing, W. (2015). Patent elasticity, R&D intensity and regional innovation capacity in China. *World Patent Information*, 43(1). <https://doi.org/10.1016/j.wpi.2015.10.003>
- Zhou, G. y Luo, S. (2018). Higher education input, technological innovation, and economic growth in China. *Sustainability*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/su10082615>