

# LA DIVERGENCIA INTER-ESTATAL EN LA GENERACIÓN DE INNOVACIONES MEDIDAS POR LAS PATENTES: EL PAPEL DE LAS CAPACIDADES REGIONALES DE INNOVACIÓN

*Yazmín Del Castillo García<sup>1</sup>*

*Jorge Inés León Balderrama<sup>2</sup>*

*Juan Martín Preciado Rodríguez<sup>3</sup>*

## RESUMEN

Este estudio tiene como objetivo identificar los factores que determinan la dinámica regional desigual de la generación de innovaciones en nuestro país. Para ello se adopta el enfoque de las Capacidades Regionales de Innovación (CRIs), concepto que se deriva del desarrollado originalmente a principios de los años 2000 por Furman, Porter y Stern aplicado al nivel nacional (CNIs), y que fuera posteriormente desarrollado y adaptado a contextos sub-nacionales/regionales por algunos autores europeos. De acuerdo a los aportes más recientes dentro de este enfoque, las CRIs están compuestas básicamente de: a) la capacidad de creación de conocimiento; b) la capacidad de absorción de tecnologías; c) la capacidad de difusión de las tecnologías, y; d) la capacidad de demanda/mercado de las innovaciones de las regiones.

Empleando datos oficiales al nivel de las entidades federativas, se evalúa estadísticamente el impacto que estas capacidades particulares tienen sobre el nivel de producción de innovaciones (medidas por las patentes), mediante el análisis factorial y la construcción de un modelo de

---

<sup>1</sup> Maestra en Desarrollo Regional por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD), Coordinación de Desarrollo Regional. Profesora en la UVM campus Hermosillo. E-mail: delcastillo.yaz@gmail.com.

<sup>2</sup> Doctor en Ciencias Sociales por la UAS. Profesor-Investigador Titular del CIAD, Coordinación de Desarrollo Regional. E-mail: jleon@ciad.mx.

<sup>3</sup> Doctor en Ingeniería por la UNISON. Profesor-Investigador Asociado del CIAD, Coordinación de Desarrollo Regional. E-mail: mpreciado@ciad.mx.

regresión múltiple, en la modalidad de pasos sucesivos. Concretamente, se analiza el impacto de estos factores sobre la productividad de patentes de los estados mexicanos empleando un conjunto de 17 indicadores, agrupados en las 4 categorías de capacidades señaladas.

Los resultados muestran que la capacidad de absorción de conocimiento y un componente especial de la capacidad de difusión de las nuevas tecnologías, resultan los factores de mayor peso en la determinación de la productividad de patentes en las entidades federativas de México. La primera se refiere a la capacidad de los estados para beneficiarse de conocimiento externo en función del número y la calidad de sus universidades y otros activos de conocimiento, mientras que el segundo se refiere a un factor que influye en la difusión y adopción de las nuevas tecnologías al nivel regional.

**Palabras claves:** innovación, entidades, capacidades de innovación, patentes.

## **INTRODUCCIÓN**

La globalización y el acelerado cambio tecnológico han revalorado a la innovación y el conocimiento como elementos esenciales para el desarrollo económico y la competitividad de las naciones. La innovación constituye una ventaja competitiva, sostenible y un medio de hacer frente a los retos actuales. Los gobiernos, empresarios y las organizaciones sociales y científicas están cada vez más conscientes de la relevancia que tiene la innovación como elemento favorecedor del crecimiento a largo plazo.

Las actuales condiciones económicas, políticas y socioculturales han exigido replantear las estrategias de innovación tecnológica, especialmente desde una perspectiva regional o local. Organismos como la OCDE, la Unión Europea y el BID en sus recomendaciones de políticas están dando énfasis a la importancia que tienen las regiones para promover políticas de (OCDE 2009).

El desarrollo y el crecimiento económico de largo plazo dependen de la capacidad de competir, producir e innovar. Sin embargo, en México, las entidades federativas mexicanas presentan 42 años de rezago en innovación con respecto a otras regiones de Europa, que no sólo captan inversión para la generación de empleos, sino que financian con recursos públicos y privados el desarrollo de ciencia y tecnología (Aregional 2010).

La solicitud de patentes es considerada como un indicador adecuado para medir la innovación en los territorios, ya que permite cuantificar el comportamiento o trayectoria tecnológica, ya sea a nivel nacional o por entidad federativa. Las patentes son reconocidas como una fuente de datos significativa para el estudio de la innovación, y pueden ser una medida confiable para medir la actividad innovadora tanto de un país, región o sector económico (Buesa et al. 2010).

En México se ha dado poca importancia al estudio de la distribución y concentración de la innovación (medida por las patentes), existiendo escasas investigaciones al respecto, y por lo tanto, pocos datos contundentes. En los escasos estudios existentes se han analizado factores como el gasto en I+D, el capital humano y la “infraestructura tecnológica”, como determinantes importantes de la generación de patentes, principalmente las generadas por los centros de investigación y universidades. Parece obvio que las entidades federativas que cuentan con una mejor infraestructura para el desarrollo tecnológico, así como una mayor dotación de capital físico y humano para la producción, tienen una mayor concentración de la actividad innovadora. Por ejemplo, si observamos que el número de patentes solicitadas en nuestro país durante el 2010 por titulares mexicanos y entidad federativa (por cada 100,000 habitantes), se destaca que el Distrito Federal concentra el mayor número: con 321 patentes, seguido por Nuevo León con 110 y el Estado de México con 80.

El objetivo del presente estudio es identificar en qué medida ciertas capacidades desarrolladas desigualmente en los estados, condicionan su desempeño en productividad de innovaciones tecnológica. Para tal propósito se adoptó el enfoque de las CRIs como fundamento teórico-conceptual (un enfoque claramente relacionado con el enfoque de los sistemas de innovación), adaptándolo al contexto mexicano.

Los objetivos específicos de la investigación son:, a) identificar las capacidades de innovación que condicionan el desempeño de las entidades federativas en cuanto a su tasa de generación de innovaciones; y, b) la construcción de un modelo que integren las variables que determinan o pueden predecir tendencias en la productividad de las entidades en la generación de patentes.

En apartado 1 se presentan una revisión de los estudios sobre la innovación que conforman los antecedentes conceptuales y empíricos de esta investigación. En el segundo, se describe la adecuación realizada al marco conceptual propuesto por Radosevic (2004) y Muller et al. (2006) sobre las CNIs, que “bajamos” al nivel regional mediante las denominadas CRIs, considerando que este enfoque permite estudiar y comprender la innovación desde un enfoque regional-multidimensional. En el tercer apartado se proporcionan algunos detalles del método empleado en este estudio. En el cuarto apartado se presentan los resultados descriptivos, un análisis factorial exploratorio de las variables empleadas para medir las CRIs y se finaliza con el análisis de regresión múltiple. Finalmente, se presentan los principales hallazgos, conclusiones y reflexiones, así como las limitaciones del trabajo y las propuestas de futuras líneas de investigación sobre el tema tratado.

## **1. REVISIÓN DE LITERATURA: LA DESIGUALDAD REGIONAL EN LA GENERACIÓN DE INNOVACIONES Y SUS DETERMINANTES**

La localización espacial de las innovaciones ha sido un aspecto importante dentro del estudio de la relación entre el crecimiento económico y los sistemas nacionales de innovación, siendo la concentración territorial una de sus principales características. Feldman y Audrescht (1999) señalan que existen dos líneas principales en la investigación económica aplicada sobre innovación y su localización: a) la primera considera la dimensión geográfica como uno de los determinantes de la innovación y examina la influencia que la proximidad geográfica tiene sobre la transmisión y aprovechamiento de conocimientos tecnológicos; b) la segunda examina las diferencias en los niveles de crecimiento y productividad de las distintas regiones, con la introducción de la innovación como una variable explicativa e incidiendo en los efectos que la localización comporta sobre los resultados económicos de las diferentes regiones o áreas geográficas.

Existe un conjunto de estudios previos que han abordado con diferentes perspectivas la distribución territorial / regional de las innovaciones y sus determinantes. La casi totalidad de los mismos reconocen como tendencias inherentes a los sistemas económicos modernos la concentración de las actividades de innovación en algunos territorios, que es incluso mayor a la de la actividad económica en general. En el cuadro 1 retomamos un conjunto seleccionado de estudios que han abordado específicamente la línea de investigación relacionada con los determinantes de la divergencia en el ritmo de generación de innovaciones existente al nivel regional y sub-nacional.

Los estudios abordan el tema en distintas áreas del mundo, como Europa, Norteamérica y China en el periodo 1997-2010. Las unidades de análisis de estos estudios se circunscriben a las delimitaciones político administrativas sub-nacionales de los países (provincias o entidades

federativas), o bien, se trata de regiones económicas. En todos estos estudios se emplean datos secundarios a nivel macro como indicadores de la producción de innovaciones de las regiones, específicamente los concernientes a patentes solicitadas o concedidas, provenientes de organismos gubernamentales encargados de registrarlas.

Las diferencias son notables, en cambio, en el caso de las variables independientes o explicativas seleccionadas o identificadas como determinantes de la innovación al nivel local/regional. Los estudios más antiguos de esta selección consideran como factores detonadores de la innovación casi exclusivamente los relacionados con la oferta de I+D. Se puede observar en el resumen de los estudios anteriores a 2002, aproximadamente, que tienden a enfocarse en las capacidades de investigación y desarrollo tecnológico, como los recursos financieros invertidos en I+D el personal dedicado a las actividades de I+D, el gasto que destina las empresas y el gobierno a las actividades de I+D, los proyectos de I+D apoyados públicamente, las colaboraciones en I+D, entre otros. Otro aspecto también destacado en los estudios del periodo 1997-2002 como determinante de las innovaciones regionales, son la presencia en las regiones de empresas de alta tecnología (que poseen capacidades mayores de I+D) y la I+D llevada a cabo en las universidades y centros de investigación ubicados en su interior.

**Cuadro 1. Selección de estudios previos sobre los determinantes de la divergencia regional en la generación de innovaciones**

<i>Estudio</i>	<i>Unidad de análisis/ muestra</i>	<i>Método</i>	<i>Variabes</i>	<i>Resultados</i>
Coronado (1997)	Provincias españolas;1994	Regresión lineal múltiple MCO	V. <i>dependiente</i> : patentes solicitadas V. <i>independiente</i> : empresas por provincias, gasto en I+D	La variable empresarial determina la distribución de patentes, concentrándose en Madrid y Barcelona
García Quevedo (1999)	Provincias españolas;1994-1996	Regresión múltiple	V. <i>dependiente</i> : patentes solicitadas V. <i>independiente</i> : gasto en I+D, investigadores de universidades, personal técnico por provincia	Coefficientes positivos y altamente significativos de los gastos en I+D de las empresas como variable explicativa de los resultados innovadores

Piergiovanni y Santarelli (2001)	21 regiones, empresas manufactureras Francia; 1994.	Regresión	<i>V. dependiente:</i> patentes <i>V.independiente:</i> gasto en I&D; gasto de las universidades en la región	A nivel regional, la investigación universitaria es la fuente externa más importante de conocimiento para las actividades innovadoras de las empresas manufactureras.
Buesa, Martínez, Heijs y Baumert (2002))	Regiones españolas;1996-1998.	Análisis factorial/ componentes principales Análisis de clúster	<i>V. dependiente:</i> solicitudes de patentes	Cataluña tiene el mejor desempeño en el registro de patentes.
Fritsch (2002)	11 regiones europeas	Regresión binomial negativa	<i>V. dependiente:</i> patentes <i>V. independiente:</i> inversión en I+D, empleados en I+D	La productividad de las actividades de I+D diferencia a las regiones.
Riddel y Schwer (2003)	Los 52 estados de los EEUU, 1990s	Efectos aleatorios del modelo de mínimos cuadrados generalizados en 2 etapas	<i>V. dependiente:</i> logaritmo natural del promedio de patentes de cada estado <i>V. independientes:</i> las “capacidades de innovación al nivel estatal”: stock de patentes. Empleo no rural, gasto en I+D privado, gasto I+D público, número de empleo en alta tecnología, sueldo semanal promedio de trabajadores de alta tecnología, población, grados académicos otorgados en el estado.	El stock de conocimiento, El gasto en I+D privado , y el número de empleados de alta tecnología explican la tasa de cambio de la innovación entre los estados durante la década de 1990 . El stock de capital humano también influye en la tasa de innovación de los estados.
Li (2009)	30 provincias administrativas de China	Modelo estocástico de frontera de eficiencia	<i>V. dependiente:</i> patentes solicitadas y otorgadas. Modelos de utilidad solicitados otorgados <i>Factores/insumos: personal dedicado a I+D; PIBE per cápita</i> <i>Factores de Eficiencia:</i>	El apoyo del gobierno , la constitución ejecutantes de I+D , y el entorno regional – sectorial de innovación, son determinantes importantes de la eficiencia de innovación
Buesa y Heijs (2010)	146 regiones de 15 países de la Unión Europea	Análisis factorial Regresión mínimos cuadrados	<i>V. dependiente:</i> patentes en general, patentes de alta tecnología <i>V. independientes:</i> entorno nacional; entorno regional; empresas innovadoras; universidades; I&D pública	El entorno regional es el que incide más en la obtención de innovaciones

Fuente: Elaboración propia.

Hacia 2001-2002 se presenta un punto de inflexión en torno a la tendencia de prevaleciente en los análisis de considerar sólo los aspectos ligados a las capacidades de generación de conocimiento y desarrollos tecnológicos (I+D) como los factores clave en la distribución regional de las innovaciones. Resulta evidente que partir de entonces el foco exclusivo en la I+D y sus

insumos es insuficiente para comprender las divergencias regionales en crecimiento económico y desarrollo tecnológico. Para entender estas diferencias, los estudios empiezan a fundamentar sus análisis en esquemas conceptuales más multidimensionales, es decir, que capturen varias dimensiones también relevantes que determinan la capacidad de innovación de las regiones. Se empieza hablar a partir de entonces de capacidades distintas a la capacidad regional de I+D, fenómeno impulsado por varios procesos: a) Primero, el reconocimiento de la insuficiencia de los enfoques basados en la nueva teoría del crecimiento y en los “stocks de infraestructura de I+D”; b) segundo, la influencia de los reportes de la *Commission of European Communities* (2001, 2002) con la publicación de los *Innovation Scoreboards* (compendios de indicadores más diversos sobre las capacidades de innovación de las regiones europeas), por un lado, y un publicación muy influyente de Furman, Porter y Stern (2002) sobre las CNIs; y tercero, la creciente disponibilidad de datos ha hecho que se vuelvan cada vez más popular el uso de indicadores compuestos o multinivel, lo que a la vez ha favorecido el empleo de enfoques de la innovación de corte sistémico como el de los sistemas de innovación.

Por ultimo respecto a estas contribuciones, es necesario destacar que los métodos de tratamiento de los datos se han venido haciendo cada vez más sofisticados. De los análisis simples de correlación o de regresión simple, se ha pasado a los análisis multivariante más complejos, o la combinación de varios métodos de análisis estadístico, la construcción de índices compuestos y los análisis de eficiencia basados en nuevos métodos como el análisis envolvente de datos (DEA).

## **2. EL ENFOQUE DE LAS CAPACIDADES REGIONALES DE INNOVACIÓN**

El estudio de las capacidades de innovación en gran medida se ha basado en el conjunto de aportaciones derivadas del enfoque de los sistemas nacionales de innovación realizados por Lundvall (1992), Nelson y Winter (1982) y Edquist (1997).



En la literatura reciente se destaca que la ciencia y tecnología se encuentra fuertemente vinculadas a las capacidades de innovación; esta línea de investigación es particularmente importante cuando se revisa las experiencias recientes de economías, países, o regiones de los países en vías de desarrollo. Según este enfoque, se considera que los países o regiones que inviertan en sus capacidades de innovación son los que tienen una ventaja acumulativa y competitiva sobre sus rivales, además este enfoque hace énfasis que el conocimiento tecnológico no se distribuye de manera homogénea, sino que depende de sus esfuerzos previos y el desarrollo de capacidades (Lall, 1992).

El concepto de capacidad de innovación, se caracteriza por ser un concepto multidimensional, que autores como Furman et al. (2002), Porter (1999), Radošević (2004), Muller et al. (2006), Castellacci y Natera (2012) han abordado desde diferentes enfoques. A pesar de ser considerado como un concepto altamente estilizado, nos provee de una primera definición clave para estudiar la evolución de los Sistemas Regionales de Innovación (Castellacci y Natera, 2012).

La capacidad de innovación representa los esfuerzos y las inversiones totales realizadas por los países (o regiones) para la realización de actividades de I+D, así como las actividades de innovación. Es una expresión del resultado de las actividades de investigación e innovación. Esta es la producción total de las actividades tecnológicas e innovadoras.

El desarrollo socio-económico, tanto nacional como regional, es impulsado por la capacidad de innovación (Furman et al., 2002). En esta propuesta, la capacidad de innovación no debe reducirse a la inversión en I+D y las actividades relacionadas, sino mediante la comprensión de (i) capacidad de absorción, (ii) capacidad de difusión de nuevo conocimiento, (iii) demanda para su generación y utilización. Esto significa que las actividades I+D constituyen el núcleo de los

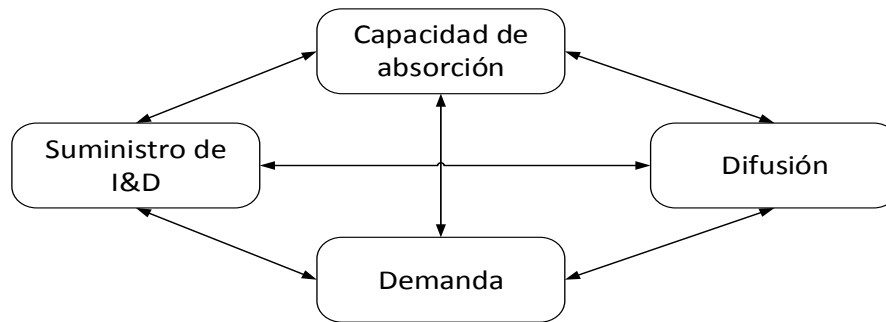
procesos de innovación y el entendimiento de las capacidades de innovación, en particular cuando se adopta una perspectiva regional, no debe reducirse a esta limitante o ser una observación general de la creación de conocimiento.

Furman et al. (2002) definen la capacidad de innovación como la capacidad de un país para producir y comercializar un flujo de tecnología innovadora a largo plazo. De igual manera Porter et al. (2002) señalan que la capacidad de innovación es el resultado de diferentes factores, como la mano de obra calificada y la calidad física de la infraestructura.

El crecimiento y la capacidad de innovación de una economía dependen no solamente de la I+D, sino también en su capacidad de absorber y difundir la tecnología, así como la demanda para su generación y explotación. Las capacidades de innovación como marco conceptual surgen como resultado de diferentes estudios de innovación y competitividad, ya que permiten la comprensión de las actividades innovadoras de una región.

Radosevic (2004) menciona que para entender la capacidad de innovación hay que ir más allá de I+D, por lo que propone una clasificación de indicadores basándose en el enfoque de sistema nacional de innovación. Radosevic (2004) toma como guía modelo conceptual de la Capacidad Nacional de Innovación (CNI) de Furman et al (2002), donde se explica la relación entre los diferentes elementos que componen el marco de capacidad de innovación. En la figura 1 se puede observar las dimensiones que integran el modelo y que estos indicadores se agrupan en: a) suministro de I+D, b) capacidad de absorción, d) capacidad de difusión,y, d) demanda.

**Figura 1. Dimensiones de la capacidad nacional de innovación propuestas por Radosevic**



**Fuente: Radosevic (2004)**

Muller et al. (2006) retoman la propuesta de Radosevic, mediante la integración de diferentes componentes de la capacidad de innovación a un nivel regional. En este estudio se toma la perspectiva de sistema de innovación, el cual corresponde a una visión evolucionaria de las actividades de innovación como una continuación de los trabajos realizados por Nelson y Winter (1982), y Lundvall (1988). A su vez el análisis desarrollado en Europa por Radosevic (2004) y el desarrollo de las regiones dentro de la Unión Europea se permite desarrollar un marco multidimensional que estudia la innovación mediante cinco dimensiones.

A continuación se dará una definición de estas dimensiones:

1).- La capacidad de creación de conocimiento es importante no sólo para generar nuevo conocimiento pero también como un mecanismo para absorberlo (Cohen y Levinthal, 1990). Este es un elemento crucial de la capacidad de innovación el cual puede ser descrito con indicadores como: gastos en I+D y capital humano, la concentración de inventores de patentes, así como las publicaciones en el campo de la biociencia y nanotecnología. La capacidad en I+D es importante, ya que además de generar conocimiento también es un mecanismo para absorber este conocimiento.

2).- La capacidad de absorción es un concepto utilizado para describir la capacidad de una empresa para reconocer el valor de nuevos conocimientos externos, de asimilarlo y aplicarlo a fines comerciales (Cohen y Levinthal ,1990; Zahra y George, 2002). De acuerdo con Abramovitz (1986, 1996) la capacidad de absorción se puede definir como: las características tecnológicas, la disponibilidad de recursos, la oferta de factores, capacidades tecnológicas, escalas del mercado y las demandas de los consumidores. así como las condiciones socio-institucionales, como los países en el nivel de educación y las competencias técnicas, de las instituciones comerciales, industriales y financieras que influyen en su capacidad de financiación y explotación moderna, amplia negocio a gran escala y las características políticas y sociales que influyen en los riesgos, los incentivos y las recompensas personales de la actividad económica..

3).- La capacidad de difusión es un mecanismo clave para aprovechar los beneficios económicos de la inversión en I+D e incrementar las capacidades de absorción (Davies, 1979). la comunicación externa como una herramienta para actividades relacionadas a la CTI, ya que permite a los científicos y tecnólogos estar en contacto y trabajar con diferentes personas que se encuentran en diferentes partes del mundo, lo cual incrementa su productividad y permite la generación de nuevos conocimientos y tecnologías (Ruíz Durán, 2008)

4).- La demanda para I+D e innovación es el mecanismo económico clave que inicia el proceso de generación de riqueza en I+D, actividades de absorción y difusión (Easterly, 2002).

### **3 INFORMACIÓN Y MÉTODO DE ANÁLISIS**

#### **3.1. Información utilizada**

En base a la discusión anterior, se toma como referencia conceptual básica el enfoque de CIs propuesto por Muller et al. (2006), ya que contempla un esquema de análisis que permite

clasificar el conjunto de variables relacionadas con la producción de innovaciones en factores generales o capacidades generales. Asimismo, la adecuación del modelo de Muller al ámbito regional, para estudiar los determinantes de la producción de patentes en las entidades, se adecuó de acuerdo a la disponibilidad de datos a este nivel. La información utilizada es la proporcionada por instituciones que periódicamente y de manera regular publican indicadores del sector ciencia y tecnología manejables al nivel de las entidades, como el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT), el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y el Instituto Mexicano de la Competitividad (IMCO), entre las principales.

En el cuadro 2 se describen los indicadores que integran uno de los 4 tipos de CRIs, en correspondencia y procurando la mayor similitud con la naturaleza de los indicadores utilizados por el esquema propuesto por Muller. Como puede observarse, los indicadores en todos los casos están ponderados por cierta cantidad de la PEA, la población de cierto tipo, con el fin de eliminar el sesgo del tamaño tan disperejo que tiene las entidades federativas.

**Cuadro 2. Datos y fuentes**

<i>Indicador</i>	<i>Abrev.</i>	<i>Año</i>	<i>Fuente</i>
Capacidad de creación de conocimiento	CapI+D		
1 Investigadores SNI por cada 10,000 de la PEA	SNIs	2011	CONACYT
2 % del total nacional de centros de investigación del país	CPIs	2010	Foro Consultivo CyT
3 Presupuesto para CTI como % del total estatal	PresCTI	2010	Foro Consultivo CyT
4 Producción científica por cada 10,000 habitantes	Publs	2010	Foro Consultivo CyT
Capacidad de Absorción	CapAb		
5 Pobl. con estudios de posgrado por cada 1,000 de la PEA	PPosg	2011	CONACYT
6 Becas Conacyt por cada 1,000 estudiantes de posgrado	Becas	2010	Foro Consultivo CyT
7 % del total de posgrados PNPC del país	PNPCs	2010	Foro Consultivo CyT
8 Gasto per cápita en educación en millones (log 10)	GPEdu	2010	CIEP, AC
Capacidad de difusión	CapDif		
9 % viviendas con internet por cada 100 habitantes	Internet	2010	Foro Consultivo CyT
10 % viviendas con computadora por cada 100 habitantes	Compu	2010	Foro Consultivo CyT
11 Empresas con ISO 9000 por cada millón de la PEA	EmpISO	2011	IMCO
12 % viviendas con teléfono fijo por cada 100 habitantes	TelFijo	2010	Foro Consultivo CyT
13 Líneas telefónicas y móviles por cada 100 habitantes	TelMov	2010	IMCO
Capacidad de demanda	CapDem		
14 PIB per cápita estatal (dólares)	PIBEpc	2010	Foro Consultivo CyT
15 Pobl. Ocupada como % de la población con 14 años y más	PobOcu	2010	Foro Consultivo CyT
16 Grado promedio de escolaridad	Escolar	2010	Foro Consultivo CyT
17 Densidad poblacional por km2 (log 10)	DensPob	2010	INEGI

**Fuente: Elaboración propia con base al modelo de Muller (2006).**

La variable dependiente de nuestro estudio, la producción de innovaciones por entidad, se mide por en base el número de patentes solicitadas por estado, por cada millón de habitantes (Patent).

Diversos estudios empíricos sobre innovación utilizan las patentes como un indicador de la actividad de innovación tecnológica. Como lo han señalado algunos autores (Griliches 1990, Basberg 1987), este indicador está lejos de ser perfecto. Algunos de los problemas más conocidos son: a) que no todas las innovaciones se patentan; b) que no todas las patentes se comercializan; c) que las patentes pueden variar mucho en cuanto a nivel de "innovatividad"; y d) que la llamada propensión a patentar (porcentaje de todas las invenciones que se patenta ) varía según la industria. Sin embargo, la mayoría de los autores de estudio sobre estos temas tienden a concluir que las estadísticas de patentes pueden ser indicadores útiles. Por ejemplo, como conclusión de un análisis comparativo de los datos de recuento de innovación y los datos de patentes como indicadores de la innovación a nivel regional para los EE.UU., Acs, Anselin y Varga (2002: 1080) concluyen que la "evidencia empírica sugiere que las patentes proporcionan una medida bastante confiable de la actividad innovadora".

### 3.2. Procedimiento de análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó en 3 etapas:

- i) Análisis descriptivos para observar el comportamiento de las variables ligadas a las capacidades de innovación, en cuanto a las medidas de tendencia central y distribución por entidades. Asimismo, en esta etapa se realizó un análisis de correlación.
  
- ii) En la segunda etapa se procedió a realizar un análisis factorial exploratorio para identificar los componentes principales asociados cada capacidad de innovación mediante el

análisis de componentes principales y así reducir las variables en componentes y a su vez poder “correr” el modelo de regresión múltiple.

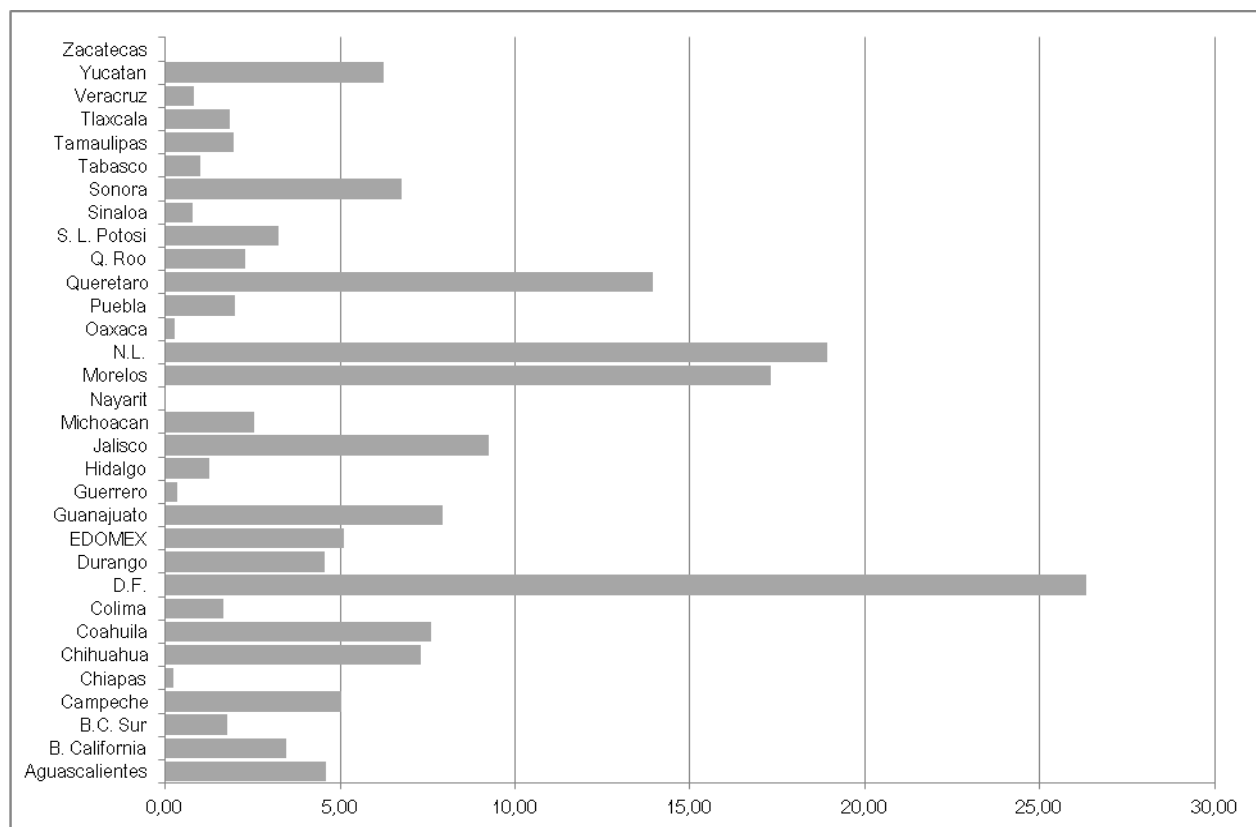
iii) Para la elaboración del modelo explicativo del nivel de producción de innovaciones de las entidades en función de las CRIs, en la tercera se elabora un modelo de regresión lineal múltiple mediante el método de pasos sucesivos.

## **4 RESULTADOS**

### **4.1 Estadística descriptiva y correlación**

Las estimaciones del nivel de generación de innovaciones en las entidades medido por el número de patentes solicitadas por cada millón de habitantes (Patent), muestran una notable disparidad o divergencia. La distribución geográfica de esta variable se encuentra marcadamente concentrada en unas pocas entidades, sólo 10 de las entidades se encuentran por encima de la media nacional (Patent = 5.2), siendo las entidades más destacando el DF (26.3), NL (18.9), Morelos (17.3), Querétaro (14.0), Jalisco (9.3), Guanajuato (7.9), Coahuila (7.6), Chihuahua (7.3), Sonora (6.8) y Yucatán (6.2). Por el contrario, 22 entidades se encuentran por debajo de la media nacional, siendo las entidades en mayor desventaja por su participación en el global nacional Zacatecas (0.0), Nayarit (0.1), Veracruz Chiapas (0.2), Oaxaca (0.3) y Guerrero (0.3) y Veracruz (0.8), Sinaloa (0.8) y Tabasco (0.98), con menos de una patente por cada millón de habitantes.

**Gráfica 1. Entidades Federativas: Patentes por cada millón de habitantes, 2010.**



Fuente: Elaborado en base a datos del FCCYT.

De igual forma, en el cuadro 3 se puede observar la enorme disparidad que existe en el país en relación a las capacidades de innovación. En este cuadro se puede apreciar las marcadas diferencias entre los valores máximos y mínimos para los distintos indicadores que conforman las 4 CRI básicas que hemos definido y que evaluaremos para estimar su peso como determinantes de la producción estatal de innovaciones (Patent).



**Cuadro 3. Estadísticas descriptivas de las capacidades de innovación de las entidades federativas**

Factor/Indicador	Media	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
<u>CapI+D</u>				
SNIs	3.047	3.186	0.400	15.800
PresCTI	0.538	1.592	0.000	6.350
CPIs	3.123	5.053	0.000	29.630
Publs	11.912	18.917	0.500	90.900
<u>CapAb</u>				
PPosg	15.025	7.938	3.540	41.03
Becas	85.420	92.235	0.000	321.46
PNPCs	3.033	4.885	0.150	27.17
GPEdu	-2.350	0.094	-2.515	-2.105
<u>CapDif</u>				
Internet	66.975	71.274	7.180	288.100
Compu	24.977	10.254	8.300	49.090
TelFijo	31.587	15.861	7.900	71.890
TelMov	88.655	30.420	47.260	164.120
EmpISO	154.789	100.739	36.335	433.650
<u>CapDem</u>				
PIBEpc	8,588.540	8,981.290	3.450	54,201.000
Escolar.	9.060	.948	7.000	11.000
PobOcu	55.570	3.929	48.010	69.040
DensPob	1.845	0.576	0.954	3.772

Fuente: Elaboración propia

### **Análisis de Correlación**

Los coeficientes de correlación obtenidos (Cuadro 4) muestran una asociación positiva y significativa entre el nivel de generación de patentes de las entidades federativas y las CRIs. En el caso de las Capacidades de Creación de Conocimiento (CapI+D) la correlación es alta y muy significativa con las variables SNIs, CPIs y Publs, mientras que resulta no significativa para la variable PresCTI. Por otra parte, la correlación entre la variable explicada (Patents) y las variables que componen la Capacidad de Absorción de Conocimiento (CapAb) es alta y muy significativa, particularmente con la población con posgrado (PPosg) y los programas de posgrado de calidad (PNPCs), en tanto que media para el gasto en educación (GPEdu). Las patentes solicitadas tienen también una correlación media-alta con 4 de los 5 indicadores que componen el factor capacidad de difusión de las nuevas tecnologías y las innovaciones (CapDif). En contraste, el grado de correlación encontrado con las variable Patents y las

variables que componen el factor capacidad de demanda (CapDem) es bajo y no significativo, con excepción de la variable densidad de población (DensPob).

**Cuadro 4. Análisis de correlación**

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1. SNIs	/																	
2. PresCTI	.135	/																
3. CPIs	<u>.785</u>	.050	/															
4. Publs	<u>.984</u>	-	<u>.802</u>	/														
5. PPosg	<u>.756</u>	.185	<u>.674</u>	<u>.723</u>	/													
6. Becas	<u>.630</u>	.221	.400	<u>.577</u>	.632	/												
7. PNPCs	<u>.698</u>	.002	<u>.894</u>	<u>.714</u>	<u>.620</u>	.399	/											
8. GPEdu	-	-	-	-	-	-	<u>.494</u>	/										
9. Internet	.173	.024	.316	.148	.160	.071	<u>.494</u>	-	/									
10. Compu	-	.441	-	-	-	-	-	-	-	/								
11. TelFijo	<u>.637</u>	.244	<u>.475</u>	<u>.626</u>	<u>.859</u>	<u>.614</u>	<u>.505</u>	.024	.356	/								
12. TelMov	<u>.677</u>	.228	<u>.513</u>	<u>.648</u>	.875	.728	<u>.581</u>	-	.488	<u>.876</u>	/							
13. EmpISO	<u>.616</u>	.019	.410	<u>.623</u>	<u>.638</u>	.314	.343	.064	.051	<u>.702</u>	.509	/						
14. PIBEpc	.385	.005	.402	.352	<u>.491</u>	.036	.425	-	.301	.383	.247	<u>.485</u>	/					
15. Escolar.	.138	.076	.192	.119	.373	-	.102	.291	.061	.258	.123	.221	<u>.609</u>	/				
16. PobOcu	.223	.160	.310	.236	.075	-	.324	-	<u>.550</u>	.197	-	.419	<u>.534</u>	.182	/			
17. DensPob	.145	.049	.072	.147	.115	.112	.146	.019	.017	.266	.158	.242	.087	.135	.067	/		
18. Patent	<u>.525</u>	.038	<u>.609</u>	<u>.504</u>	.343	.227	<u>.674</u>	<u>.685</u>	-	.167	.365	.072	.271	.142	.180	.021	/	
	<u>.744</u>	.122	<u>.696</u>	<u>.717</u>	<u>.719</u>	.309	<u>.733</u>	.421	.094	<u>.566</u>	<u>.613</u>	<u>.556</u>	<u>.659</u>	.230	.373	.089	<u>.514</u>	/

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. Análisis factorial de las CRIs

A continuación se muestran los resultados del análisis factorial realizado a cada una de las 4 capacidades. El cuadro 5 muestra en las primeras tres columnas como las indicadores individuales se agrupan en los “componentes principales, mientras que la quinta columna indica el porcentaje de la varianza que es explicado por los componentes principales. El estadístico

KMO que aparece en la cuarta columna es la medida de la adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin, que contrasta si las correlaciones parciales entre las variables son suficientemente pequeñas. El estadístico KMO varía entre 0 y 1. Los valores pequeños indican que el análisis factorial puede no ser una buena idea, dado que las correlaciones entre los pares de variables no pueden ser explicadas por otras variables. Los menores de 0,5 indican que no debe utilizarse el análisis factorial con los datos muestrales que se están analizando. Las últimas tres columnas muestran los resultados del Test de esfericidad de Barlett, realizado para comprobar que las correlaciones entre las variables son distintas de cero de modo significativo, se comprueba si el determinante de la matriz es distinto de uno, es decir, si la matriz de correlaciones es distinta de la matriz unidad.

**Cuadro 5. Análisis factorial de los indicadores ligados a las capacidades regionales de innovación (Método: componentes principales)**

	Peso factorial		KMO	% v. expl.	Chi <sup>2</sup>	gl	Sig.
	Componente 1	Componente 2					
CapI+D			.683	93.5	131.2	6	.000
SNIs	.975						
PresCTI		.990					
CPIs	.896						
Publs	.979						
CapAb			.595	82.7	38.2	6	.000
PPosg	.859						
Becas	.735						
PNPCs	.855						
GPEdu		.809					
CapDif			.645	83.8	90.3	10	.000
Internet		.864					
Compu	.962						
TelFijo	.893						
TelMov	.790						
EmpISO		.703					
CapDem			.488	60.5	3.5	6	.745
PIBEpc	.672						
Escolar.	.708						
PobOcu	.534						
DensPob		.868					

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la Capacidad de Creación de Conocimiento (CapI+D) se definen dos componentes principales, el primer componente (que denominaremos CapI+D 1) se conforma de los indicadores de Investigadores (SIN), Centros de investigación (CPIs) y Publicaciones científicas (Publs), mientras que el segundo componente (CapI+D 2) consiste en la variable de Gasto en I&D.

Los indicadores originales de la Capacidad de Absorción (CapAb) también se agrupan en dos grandes componentes, el primero (CapAb 1) se integra de los indicadores población con posgrado (PPosg), becas vigentes (Becas) y posgrados de calidad (PNPCs), mientras que el segundo componente (CapAb 2) por sólo el indicador Gasto Público en Educación (GPEdu).

De manera similar, la Capacidad Regional de Difusión de nuevas tecnologías e innovaciones (CapDif) se seccionó en 2 componentes principales. El primero, la CapDif 1, compuesto por los indicadores viviendas con computadora (Compu), viviendas con teléfono fijo (TelFijo) y teléfonos móviles (TelMov); y el segundo, CapDif 2, por el acceso a internet (internet) y las empresas con ISO 9000 (EmpISO).

En el caso de la capacidad de demanda de innovaciones (CapDem) los pesos factoriales resultantes fueron más bajos, el KMO insuficiente y los componentes no significativos. Sin embargo, se debe observar que también se formaron 2 componentes.

Con estos nuevos factores o componentes se procede en el siguiente apartado a llevar a cabo el análisis de regresión con el fin de estimar el coeficiente de determinación de cada uno de estos factores sobre el nivel de producción de innovaciones (Patents) en las entidades federativas.

#### 4.3. Análisis de Regresión

Con los resultados obtenidos hasta este punto, se procede ahora a llevar a cabo un análisis de regresión múltiple que permita establecer una relación matemática entre el conjunto obtenido de grandes 8 factores (las 8 CRIs obtenidas del análisis factorial) y nuestra variable dependiente, que es el número de patentes registradas en cada entidad por cada millón de habitantes (patent). Este modelo es de naturaleza predictiva/ explicativa, y como se ha señalado se obtiene mediante el método de regresión por pasos.

Los criterios de inclusión y salida de factores en este procedimiento son los siguientes: a) de inclusión, que la probabilidad de F sea  $\leq .050$ ; b) de salida, que la probabilidad de F sea  $\geq .100$ . De acuerdo a este criterio, en el modelo 1 la única variable que cumplía con los criterios fue la variable CapI+D 1, con un nivel de ajuste moderado ( $R^2 = .575$ ). En el segundo paso, o modelo 2, calificó el factor CapDif 2 para ser incluida, resultando un modelo con dos factores y mejor nivel de ajuste de la regresión ( $R^2 = .682$ ). En el paso 3 (Modelo 3), el factor CapAb 2 cumple con los criterios de entrada, convirtiéndose hasta este paso en con el coeficiente beta de determinación beta más alto. Sin embargo, el cuarto y último modelo, el factor CapI+D 1 tiene que ser excluido, quedando como factores relevante que explican el nivel de innovaciones en las entidades, los factores CapDif 2 y CapAb 1 ( $R^2 = .751$ ). El modelo de regresión múltiple que explica la producción de patentes en las entidades federativas resulta en la siguiente ecuación (cuadro 6):

$$Patent = -1.106E-16 + .798 (CapAb1) + .444 (CapDif 2)$$

- CapAb 1 se integra de los indicadores población con posgrado (PPosg), becas vigentes (Becas) y posgrados de calidad (PNPCs)
- CapDif 2 está integrado por los indicadores acceso a internet (internet) y las empresas con ISO 9000 (EmpISO).

**Cuadro 6. Modelos de regresión de la generación de innovaciones en las entidades federativas de México. (Variable dependiente: patentes solicitadas por cada millón de habitantes; método: regresión por pasos sucesivos)**

Modelo	Coef. no estandarizados		Coef. estandarizados	T	Sig.
	$\beta$	Error estándar			
<b>Modelo 1</b>					
Constante	-6.021E-17	.117		.000	1.000
CapI+D 1	.758	.119	.758	6.365	.000
R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj.		F (Anova)	
.758	.575	.560		40.509	.000
<b>Modelo 2</b>					
Constante	-6.200E-17	.103		.000	1.000
CapI+D 1	.748	.105	.748	7.134	.000
CapDif 2	.327	.105	.327	3.124	.004
R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj.		F (Anova)	
.826	.682	.660		31.049	.000
<b>Modelo 3</b>					
Constante	-9.577E-17	.088		.000	1.000
CapI+D 1	.279	.165	.279	1.693	.102
CapDif 2	.408	.093	.408	4.392	.000
CapAb 1	.563	.166	.563	3.391	.002
R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj.		F (Anova)	
.880	.774	.750		32.028	.000
<b>Modelo 4</b>					
Constante	-1.106E-16	.091		.000	1.000
CapDif 2	.444	.093	.444	4.765	.000
CapAb 1	.798	.093	.798	8.558	.000
R	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj.		F (Anova)	
.867	.751	.734		43.792	.000

Fuente: Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

La primera conclusión que se desprende de este trabajo es que, mediante este análisis empírico se ha podido comprobar que el marco conceptual de capacidades de innovación tiene un “poder explicativo” importante para conocer cuáles son las fuerzas o factores detrás del desempeño desigual que tienen las entidades federativas de México en cuanto a la producción de innovaciones.

El modelo de regresión obtenido revela que los componentes de capacidad de creación los componentes *capacidad de difusión 2* y *capacidad de absorción 1*, son los que resultaron estadísticamente significativos como determinantes del nivel de innovaciones realizadas en las

entidades federativas, es decir, como factores que pueden estar explicando la divergencia inter-estatal en la generación de patentes.

El factor con el mayor nivel de poder explicativo es el componente de capacidad de absorción 1, con una beta de .798, seguida por el componente de difusión 2 con .444. Además, se ha encontrado que el modelo resultante posee un poder explicativo importante, ya que el nivel de significación es alto y la bondad del ajuste de la regresión es muy bueno ( $R^2 = .751$ ).

Respecto a la capacidad de absorción, las variables población con estudios de posgrado, la presencia de posgrado de calidad (PNPC) y la participación en las becas vigentes CONACYT, son las que mejor explican el desempeño innovador de las entidades federativas. Esta capacidad es esencial para el crecimiento e innovación de las economías de *catching-up*. Por lo tanto la educación avanzada y la I&D en la región generan el capital humano y los nuevos conocimientos, sino que también facilitan y estimulan la incorporación del conocimiento generado en el exterior de la región.

El segundo factor es la capacidad de difusión. El modelo muestra que el acceso a internet y las empresas ISO 9000 influyen en la solicitud de patentes. La primera variable muestra el efecto que tienen la comunicación externa como herramienta para actividades relacionadas a la CTI, ya que permite a los científicos y tecnólogos estar en contacto y trabajar con diferentes personas que se encuentran en diferentes partes del mundo, lo cual incrementa su productividad y permite la generación de nuevos conocimientos y tecnologías (Ruíz Durán, 2008). A su vez las empresas ISO 9000 demuestra la importancia de los sistemas de control de calidad para las organizaciones. La variable de empresas ISO 9000 permite conocer la difusión que tiene la innovación en la economía regional.

Resulta muy interesante que las diferencias en el gasto público en ciencia y tecnología y del gasto público en educación ejercido en los estados, no sea un factor que esté determinando diferencias significativas en el desempeño que tienen los estados como generadores de patentes. Se considera que ello se debe a que éste se ha orientado en los últimos años a cumplir con objetivos de política ligados a resarcir las desigualdades en términos de desarrollo que se prestan entre las entidades del país: es decir, un mayor gasto se ha orientado a las entidades más atrasadas con el fin de sentar las bases de un desarrollo más equitativo (convergente) en términos territoriales y sociales. La capacidad de creación de conocimiento, concretada en las capacidades de I+d, juega un papel importante como factor, sin embargo, tiene un menor peso. No obstante, los resultados demuestran que se necesario continuar con las políticas públicas que refuercen estas capacidades, en especial en lo que se refiere a los activos de infraestructura científica (CPIs), capital humano con competencias en las actividades de I+D (SNIs) y elevando el stock de conocimiento (Publs).



## BIBLIOGRAFÍA

**Abramovitz, M.** (1986). Catching-up, forging ahead and falling behind. *Journal of Economic History*, 385-406.

**Abramovitz, M. y David, P. A.** (1996). Convergence and deferred catch-up: productivity leadership and the waning of American exceptionalism. *The mosaic of economic growth*, 21-62.

**Acs, Z. J., Anselin, L. y Varga, A.** (2002). Patents and Innovations counts as measures of Regional production of new knowledge. *Research Policy* 31, 1069-1085.

**Basberg, B. L.** 1987. Patents and the measurement of technological change: a survey of the literature. *Research Policy* XVI (2): 131-141.

**ARegional.** (2010). *Índice de Innovación Estatal (I2E) 2010*. Serie: Innovación Regional X (31).

**Buesa, M., Heijs, J. y Baumert, T.** (2010). The determinants of regional innovation in Europe: A combined factorial and regression knowledge production function approach. *Research Policy*, 722-733.

**Buesa, M., Martínez, M., Heijs, J. y Baumert, T.** (2002). Los sistemas regionales de innovación en España. *Economía industrial*, 15-32.

**Castellacci, F., y Natera, J. M.** (2012). *The dynamics of national innovation systems: A panel cointegration analysis of the coevolution between innovative capability and absorptive capability*. Elsevier, 580-594

**Cohen, W. M. y Levinthal, D.** (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administration Science Quarterly*, 128-152.

**Commission of the European Communities** (2001). Trendchart Innovation Scoreboard 2001 (Luxembourg: CEC).

**Commission of the European Communities** (2002) European Innovation Scoreboard 2002. Cordis Focus, No. 19, December (Luxembourg: CEC).

- Coronado G., D. y Acosta S., M.** (1997). La localización espacial de innovaciones tecnológicas. Factores determinantes y consecuencias sobre el desarrollo regional. *Estudios Regionales* (38), 159-174.
- Davies, S.** (1979). *The Diffusion of Process Innovations*. London: Cambridge University Press.
- Easterly, William.** (2002). *The Elusive Quest for Growth: Economists' Adventures and Misadventures in the Tropics*. Cambridge: The MIT Press.
- Edquist, C.** (1997). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London Pinter.
- Feldman, M. P. y Audretsch, D. B.** (1999). Innovation in cities: Science-based diversity, specialization and localized competition. *European economic review*, 43(2), 409-429.
- Fritsch, M.** (2002). Measuring the quality of regional innovation systems: a knowledge production function approach. *International Regional Science Review*, 25(1), 86-101.
- Furman, J., Porter , M. y Stern, S.** (2002). *The determinants of national innovative capacity*. Elsevier, 899-933.
- García Quevedo J.** (1999): Innovación tecnológica y geografía en España; Tesis doctoral, Departamento de Econometría. Estadística y Economía Española, Universidad de Barcelona.
- Griliches, Z.** (1990). Patent statistics as economic indicators: a survey (No. w3301). National Bureau of Economic Research.
- Lall, S.** (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*, 165-186.
- Li, X.** (2009). China's regional innovation capacity in transition: An empirical approach. *Research Policy*, 338-357.
- Lundvall, B.-Å.**, 1988. Innovation as an interactive process: from user–producer interaction to the national innovation systems. In: Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R.R., Silverberg, G., Soete, L. (Eds.), *Technical Change and Economic Theory*. Pinter, London
- Lundvall, B.** (1992). *National Systems of Innovation- Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London Pinter.

- Muller, E., Jappe, A., Héraud, J. A., y Zenker, A.** (2006). A regional typology of innovation capacities in new member states and candidate countries. *Bureau d'économie théorique et appliquée (BETA)*.
- Nelson, R. R. y Winter, S. G.** (1977). In search of a useful theory of innovation. *Innovation, Economic change and Technology Policies*, 215-245.
- OCDE** (2009) *Estudios de la OCDE de Innovación Regional: 15 estados mexicanos*. Paris: OECD.
- Piergiovanni, R. y Santarelli, E.** (2001). Patents and the geographic localization of R&D spillovers in French manufacturing. *Regional Studies*, 35(8), 697-702.
- Porter, M. E.** (1999). Ser competitivo: Fronteras en expansión. *Harvard Deusto business review*, (91), 34-36.
- Porter, M. E., Sachs, J. y Schwab, K.** (2002). *Global Competitiveness Report, 2001-2002* (pp. 16-25). New York, NY: Oxford University Press.
- Radosevic, S.** (2004). A Two-tier or Multi-tier Europe? Assessing the Innovation Capacities of Central and East European Countries in the Enlarged EU. *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 641-666.
- Riddel, M. y Schwer, R. K.** (2003). Regional innovative capacity with endogenous employment: empirical evidence from the US. *The Review of Regional Studies*, 33(1), 73-84.
- Ruíz Durán, C.** (2008). México: geografía económica de la innovación. *Comercio Exterior*, 58(11), 756-768.
- Zahra, S. A. y George, G.** (2002). Absorptive capacity: a review, reconceptualization and extension. *Academy of Management Review*, 185-203.