

**INCIDENCIA DE LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN EN EL PIB PER CÁPITA
DE LOS PAÍSES LATINOAMERICANOS, 1985-2011**

**AUTOR:
VALERIA CAMILA MÉNDEZ SOTO**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
ECONOMISTA**



**ASESOR:
JOSÉ LUIS POLO OTERO
DOCTOR EN ECONOMÍA**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DEL NORTE
DIVISIÓN DE HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES
INSTITUTO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS DEL CARIBE
DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA
BARRANQUILLA, COLOMBIA
2016**

Resumen

El término sistemas de innovación es un tema relativamente nuevo en economía, cuyos estudios se han realizado mayoritariamente en los países desarrollados. En Latinoamérica, la estrategia para evaluar los sistemas de innovación se ha basado en entrevistas a empresas y/o encuestas de percepción, pero poco se ha hecho para evaluar cambios estructurales y/o medir el impacto de los sistemas de innovación. En este trabajo se estimó el cambio promedio en el PIB per cápita en 11 países latinoamericanos a partir del momento en que creó la ley de ciencia, tecnología e innovación. A su vez, se estimó el efecto en el PIB per cápita por: 1) una solicitud comercial residente más, 2) una publicación más de un artículo científico o técnico y, 3) un año promedio más de educación de los hombres de los 25 a los 34 años. La estimación se realizó bajo un modelo de datos de panel no balanceados. Se encontró que la mayoría de los procesos de los sistemas de innovación presentan una relación positiva con el PIB per cápita.

Palabras clave: Sistema de innovación, PIB per cápita, ley de CTI, solicitud comercial, publicaciones científicas y técnicas.

Clasificación JEL: O11, O34, 038, O47, 054.

Abstract

The term innovation system is a relatively new topic in economics, whose studies have been conducted mainly in developed countries. In Latin America, the strategy to evaluate innovation systems is based on interviews with companies and/or surveys of perception, but little has been done to assess structural changes and/or measure the impact of the innovation system. In this work was estimated the average change in per capita GDP in 11 Latin American countries from the moment that the law of science, technology and innovation was created. In turn, was estimated the effect on per capita GDP by: 1) a commercial brand resident more and, 2) a publication more of a scientific or technical article and, 3) an average year more of education of men from 25 to 34 years. The estimate was made under a model of unbalanced panel data. It was found that Innovation Systems present mostly a positive relationship with per capita GDP.

Keywords: Innovation system, GDP per capita, STI policy, commercial solicitation, scientific and technical publications.

JEL Classification: O11, O34, 038, O43, 054.

Tabla de Contenido

1. Introducción.....	5
2. Marco teórico y Revisión de la literatura.....	8
3. Los sistemas de innovación en América Latina.....	13
4. Metodología.....	18
4.1. Fase diagnóstica y descriptiva.....	18
4.2. Fase explicativa.....	22
5. Resultados.....	23
6. Conclusiones y limitaciones.....	29
7. Referencias.....	32
8. Anexos.....	35

1. Introducción

A partir de la Segunda Guerra Mundial, los países que quedaron devastados por la guerra se vieron impulsados a realizar cambios a nivel económico, social, político, organizacional e institucional. Dichos cambios propiciaron la difusión y uso de innovaciones permitiendo un crecimiento económico sostenido de los países, especialmente en Japón, Estados Unidos y Europa occidental.

Viendo el éxito de algunas economías gracias a sus políticas en materia de ciencia, tecnología e innovación (CTI¹), países de otros continentes empezaron a preguntarse la importancia de estos como motores de crecimiento y desarrollo económico sostenible a largo plazo. Sin embargo, no había un término que acuñara todos los medios que influían en dicho crecimiento.

Uno de los esfuerzos para agrupar estos medios fue el término “sistema de innovación”. El término sistemas de innovación (SI) vino a hacer uso primeramente por Christopher Freeman en 1987, definiéndolo como “la red de instituciones en el sector público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan y difunden las nuevas tecnologías” (Freeman, 1995). Posteriormente, también se definiría como “todos los determinantes del proceso de innovación, esto es, los factores que influyen en el crecimiento, difusión y uso de innovaciones” (Edquist, 2006).

A partir de ese momento, la difusión del término SI ha sido rápida llegando a ser usada en los círculos académicos, dada su aplicabilidad en los contextos regionales y nacionales. Aunque el enfoque ha recibido algunas críticas dado que este no presenta una

¹ CTI es la sigla de las palabras Ciencia, tecnología e innovación, entendiéndose como todas las actividades y programas que están enmarcadas en el ámbito científico y tecnológico independientemente de si el organismo o persona(s) ejecutor(as) pertenece(n) al sector público o privado.

teoría formal y hasta ahora no se han especificado sus limitaciones, existe una aceptación general del término gracias a su perspectiva holística e interdisciplinaria (Edquist, 2006).

En este contexto, se percibe como a mediados de la segunda parte del siglo XX y comienzos del siglo XXI, los países latinoamericanos han hecho un mayor reconocimiento de la importancia que tienen los SI en el crecimiento económico de los países, y en últimas, del bienestar social de la población creando políticas con el fin de impulsar, fortalecer y desarrollar las actividades de investigación científica y tecnológica.

Era de esperarse entonces, que con el crecimiento de las políticas y programas de CTI, muchas autoridades públicas comiencen a interesarse en evaluar los efectos e impactos del gasto público y privado en estas áreas. Dicha evaluación tiene como propósito analizar qué tanto dichas políticas y/o programas han cumplido sus objetivos y, en últimas si estos han contribuido positivamente al crecimiento económico o bienestar social (Lundvall y Borrás, 2005).

Varios autores han hecho hincapié en que la evaluación y medición de los programas y las políticas de CTI no es sencillo puesto que muchos programas tienen efectos que van más allá de sus objetivos iniciales y, por otro lado, las evaluaciones a nivel micro son más confiables que las macro, dado que evaluar si una política ayuda a mejorar la competitividad de una economía no es algo fácil de determinar.

Si bien muchos autores argumentan la poca fiabilidad de los análisis macro, este trabajo precisamente se encarga de ver si las políticas de CTI y algunos de sus programas han influido en el PIB per cápita de los países latinoamericanos por dos razones: en primer lugar, no hay aparentemente estudios previos que hayan analizado si las políticas de CTI han incidido en la riqueza de la población de los países latinoamericanos. En segundo lugar, la mayoría de los estudios realizados a nivel latinoamericano que analizan los SI lo hacen a

nivel micro y, muchos de ellos no hacen uso de la econometría para sus observaciones sino que basan sus resultados en encuestas y/o entrevistas.

Dicho lo anterior, el objetivo de este documento es determinar la incidencia de los SI en el PIB per cápita de los países latinoamericanos durante el periodo 1985-2011, con el propósito de establecer: 1) la variación promedio en el PIB per cápita de los países latinoamericanos a partir del momento en que se creó la ley de CTI; 2) la variación en el PIB per cápita por una publicación más de un artículo científico o técnico; 3) la variación en el PIB per cápita por un aumento de una solicitud marca comercial residente y, 4) la variación en el PIB per cápita por un año promedio más de educación de los hombres de los 25 a los 34 años.

El presente trabajo se divide en cinco secciones: La primera parte, es el marco teórico y la revisión de literatura, donde se explica la rama de la economía a la cual pertenece el trabajo y se describe y agrupan los trabajos previamente realizados referentes con el tema. En la segunda parte, se hace un análisis de las políticas de CTI en los países latinoamericanos y los SI. La tercera parte comprende la explicación de la metodología empleada en la realización del trabajo y el análisis descriptivo y explicativo. La cuarta parte contiene los resultados del estudio. Por último, en la quinta parte se presentan las conclusiones.

2. Marco teórico y Revisión de literatura

2.1. Marco teórico

El término SI vino a hacer uso primeramente por Christopher Freeman en 1987, definiéndolo como “la red de instituciones en el sector público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan y difunden las nuevas tecnologías” (Freeman, 1995). Seguidamente, Lundvall (1992) y Nelson (1993) realizaron trabajos sobre el enfoque, el primero a nivel teórico y el segundo a nivel empírico, encaminándose en el aspecto de I+D² en las naciones. Ambos autores definen el SI como los determinantes y factores que influyen los procesos de innovación.

A continuación, se expondrá al SI bajo la perspectiva económica, específicamente siguiendo a la teoría de crecimiento económico. El presente documento está basado en el modelo de crecimiento endógeno de Romer (véase también Lucas (1988), Barro (1990), Grossman y Helpman (1991) & Aghion y Howitt (1992)).

A diferencia de los modelos de crecimiento exógeno como el de Harrod-Domar o el de Solow, donde existen rendimientos marginales decrecientes a las inversiones de capital, los modelos de crecimiento endógeno proponen hacer la tecnología endógena al modelar el proceso de I+D. Por otro lado, en los modelos endógenos hay spillovers tecnológicos (o derramamientos) entre las firmas en el proceso de I+D, lo que conlleva a que se generen rendimientos crecientes a *nivel agregado* (Todaro & Smith, 2012).

Romer presentó su modelo primeramente en 1986 y, posteriormente en 1990 (ver anexo 1). Para Romer al igual que en el modelo de Solow los procesos de crecimiento se

² Siglas del término investigación y desarrollo. Comprende el trabajo creativo llevado a cabo de manera sistemática con el fin de aumentar el stock de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad y la utilización de dicho conjunto de conocimientos para nuevas aplicaciones. El término I + D abarca tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental (diccionario UCL).

derivan del nivel de la empresa o industria. Cada industria produce con rendimientos constantes a escala de manera individual, siendo este consistente con la competencia perfecta. Sin embargo, al estar presentes los spillovers tecnológicos, puede haber rendimientos crecientes a escala a nivel de toda la economía, puesto que el capital social afecta positivamente la producción industrial.

Estos spillovers tecnológicos plantean un reto para los realizadores de política puesto que al haber externalidades positivas, los beneficios privados son menores que los sociales. Desde este punto de vista, es necesario que los realizadores de políticas subsidien la I+D para llevar la economía a una dirección superior de crecimiento óptimo. En este modelo, las políticas tecnológicas y la promoción de actividades de I+D cumplen un papel fundamental en el crecimiento económico de los países (Verspagen, 2006).

Todo lo anterior indica que el crecimiento económico o renta per cápita en los países depende del tamaño de la externalidad, y a su vez, del efecto de escala, es decir, aquellos países que sean más grandes o tengan mayor población crecerán más rápido. Si bien el modelo de Romer no se cumple en la mayoría de los casos a nivel empírico, abrió la puerta a los modelos de crecimiento endógeno y mostró que cuando hay externalidades de capital es posible generar situaciones de crecimiento endógeno.

Dicho esto, el presente trabajo se realiza a través de un modelo de crecimiento endógeno para determinar la incidencia de los SI en el PIB per cápita. Es en esta economía del conocimiento y el aprendizaje donde las firmas y los SI entran a ocupar un lugar fundamental al convertirse en las unidades principales de análisis en donde se producen, importan y difunden las diferentes innovaciones a través de los diferentes canales, esto es, las instituciones y organizaciones.

2.2. Revisión de la literatura

El tópico de los SI no es un tema que haya sido ampliamente abordado por la ciencia económica. A nivel teórico, Carlsson (1995) se enfocó en los “sistemas tecnológicos”, explicando que estos eran únicos para el campo tecnológico. Otra perspectiva, el “sistema regional de innovación” fue desarrollado y utilizada por Cooke et al. (1997). Los tres aspectos “nacional, regional y local” pueden ser vistos como una extensión del término “sistema de innovación” (Edquist, 2006).

A nivel empírico, la OCDE³ fue una de las pioneras en realizar varias investigaciones y aportes al tema, aunque la mayoría de los trabajos realizados han sido a nivel empresarial utilizando al SI como un enfoque y no como herramienta analítica. Estos trabajos incluyen comparaciones entre países, redes de innovación entre las firmas y se aborda la I+D como generador de competencias empresarial. De igual forma, la CEPAL⁴ y el BID⁵ en Latinoamérica son los que han realizado los máximos aportes dirigidos en su mayoría a nivel empresarial o a nivel teórico.

En línea con este documento, Albert y Laberge (2007) buscan entender la adhesión del enfoque de SI en los empleados del gobierno y la manera en que se ha difundido de los organismos internacionales a los sectores regionales. Para esto, analizan el caso de los sectores públicos de Canadá y Quebec para entender por qué el enfoque se ganó la adhesión de los empleados del gobierno. Se utilizaron dos métodos para la recolección de datos: Entrevistas semiestructuradas y análisis de documentos. Los autores concluyen que gran parte de la adhesión de los sistemas de innovación por parte de los empleados del sector

³ Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

⁴ Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

⁵ Banco Interamericano de Desarrollo.

público se debe a la influencia de la OCDE, la cual muestra su apoyo hacia este enfoque. Segundo, la validez científica del enfoque hace que los empleados piensen en este como algo fundamental que sirve para mejorar el crecimiento empresarial y la competitividad económica.

Igualmente, Taganas y Kuras (2006) realizan encuestas a diferentes empresas del sector TI⁶ en India y recopilan información de la Reserva del Banco de India, para analizar los sistemas de innovación en la industria de la tecnología de la información en India, con el objetivo de explorar el comportamiento de las firmas pertenecientes a este sector. La encuesta se realizó a 35 empresas de las cuales el 80% dijo haber introducido nuevos procesos productivos y menos de un cuarto dijo haber introducido en el mercado nuevos productos o servicios tecnológicamente innovativos. A su vez, 43% de las firmas dijo no tener ninguna cooperación y hacer los esfuerzos innovativos a nivel interno. El estudio concluye que, si bien el sector de software de la India es competitivo a nivel internacional, el sistema de innovación ha sido generalmente débil para estimular la innovación dentro de la industria.

A nivel latinoamericano se han encontrado trabajos enfocados a nivel micro. En este contexto, un estudio realizado por la CEPAL (2013) analizó cómo la implementación de políticas enfocadas al escalamiento tecnológico en regiones como la de Centroamérica puede propulsar la integración de la región. Se analizó la inversión en I+D, los graduados en áreas científicas y tecnológicas, las solicitudes de patentes y las publicaciones científicas por millón de habitantes.

Se encontró que la inversión en I+D para la región en 2008 era equivalente al 0,22% del PIB, mientras que el promedio latinoamericano era de 0,56% para el mismo año. El

⁶ Tecnologías de la información.

promedio de titulados de grado universitario en ciencia y tecnología por cada mil habitantes en Centroamérica (2,7) también resulto ser inferior al de América Latina (3,2). Las solicitudes de patentes son realizadas en su mayoría por los no residentes, mientras que las publicaciones científicas también con excepción de Panamá también son inferiores al promedio latinoamericano (104,4). Los autores concluyen que si bien por medio de la inversión en CTI se puede ayudar disminuir las disparidades y propulsar el desarrollo en los países centroamericanos, los aspectos que en estos momentos abarcan una mayor atención son el aprendizaje y el intercambio de conocimientos.

De la misma forma, Alange y Scheinberg (2005) realizaron un estudio para Honduras, Nicaragua y Bolivia con el objetivo de tener un vistazo general de los sistemas de innovación en dichos países y, de esa manera crear conciencia de la importancia de los sistemas de innovación en el desarrollo económico de estos. El método utilizado se basó en un análisis de percepción, donde se les preguntó la opinión y experiencias a diferentes personas sobre los procesos de innovación en su respectivo país. En total se entrevistaron 133 personas entre los tres países, entrevistando de 2-5 personas por día. En general se encontró que los tres países no tienen una cultura investigativa, tienen poco crecimiento local y carecen de políticas que promuevan la industria, innovación y la ciencia y tecnología.

Dentro de los sistemas de innovación, uno de los que no había tenido importancia en América Latina y, ahora está ganando cada vez más fuerza son los sistemas de innovación regional (SIR). En vista de esto, El BID (2011) realizó un estudio para Brasil, Chile, Colombia y México con el propósito de determinar cuál era la importancia de la innovación en la región y el impacto de los sistemas regionales de innovación en el sector privado, por medio de un análisis econométrico de multi-nivel. Se tenían dos variables dependientes:

innovaciones de producto e innovaciones de proceso y las variables independientes variaban de 10 a 3 dependiendo del país.

Se encontró que los SIR que presentan atributos tales como una elevada densidad empresarial, recursos humanos con educación superior y una importante red de universidades favorecen una mayor innovación en las empresas. Por último, índices como la presencia de problemas estructurales o la intensidad de las vinculaciones, no resultaron ser tan relevantes.

En general, la mayoría de los trabajos realizados sobre los SI fallan en usar el concepto de una manera más profunda, pero parte de esto puede deberse a la manera holística en que el concepto está visto. Por ejemplo, Edquist (2006) critica que no se han formulado hipótesis a través de las investigaciones empíricas realizadas. Es por esto que el presente trabajo empírico pretende cambiar esta situación, utilizando para ello información acerca de los países que permita aclarar si los SI tienen una incidencia en el PIB per cápita de los mismos y a su vez que sirva de ejemplo para futuras investigaciones en referencia al tema.

3. Los SI en América Latina

Los sistemas de innovación en Latinoamérica vinieron a ganar importancia después de la mitad del siglo XX, siendo el principal objetivo suscitar las actividades científicas y tecnológicas en la producción de las empresas por medio de la vinculación de la ciencia y la tecnología a través de las políticas de CTI. El país en dar los primeros pasos en materia de instituciones científicas fue México por medio de la creación de El Instituto Nacional para la Investigación Científica (INIC) en 1950 (Alcorta y Peres, 1997). Seguidamente

varios países también crearon institutos, pero no sino fue hasta 1968 que se creó la primera ley de ciencia, tecnología e innovación en Latinoamérica, siendo Chile el de llevar la delantera.

Primeramente, dichas políticas tenían como propósito abordar las debilidades de los países latinoamericanos en materia de CTI a través de la promoción de capital humano, para posteriormente crear una estructura empresarial local autónoma en materia científica y tecnológica. Bajo el contexto de ser la educación un bien público, la mayoría de las actividades en I+D se realizó en las empresas y universidades públicas de los países.

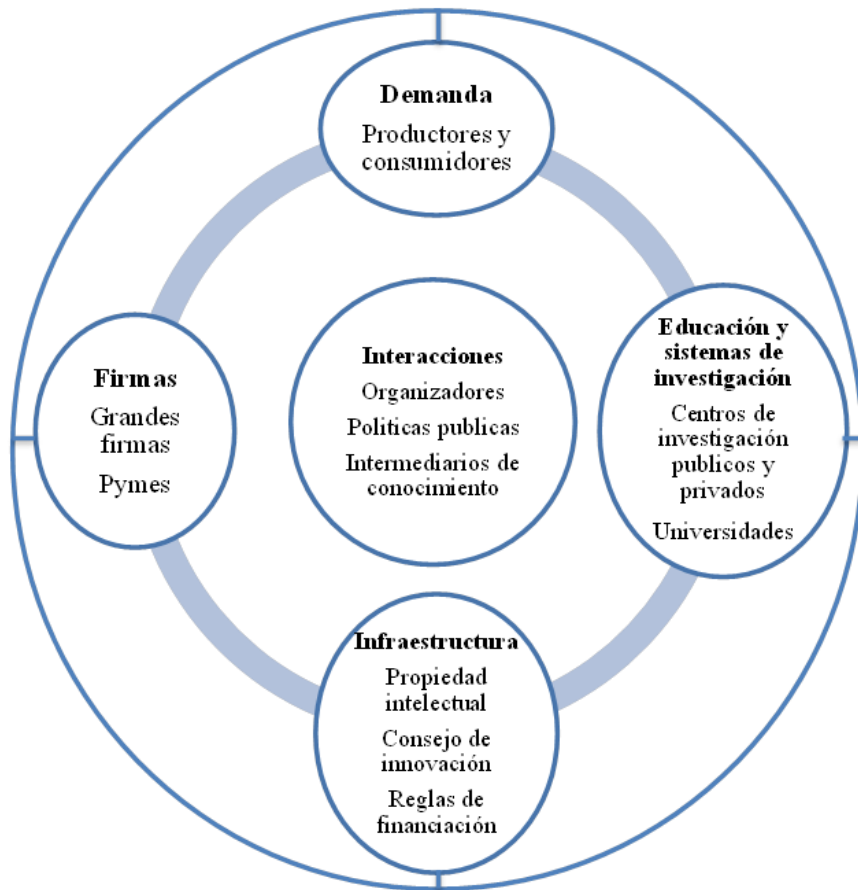
Sin embargo, a partir de los 90s dada la apertura de los países latinoamericanos y el cambio en las políticas macroeconómicas, la principal prioridad pasó a ser corregir las fallas de mercado entre los diferentes agentes que conformaban la esfera económica. Bajo el pensamiento de que la modernización se basaba en una mayor liberalización y participación en el comercio internacional, las políticas de CTI llegaron a jugar un papel menor. Fue así como se llegó a considerar que los bienes de capital, los componentes importados y las licencias tecnológicas eran las fuentes básicas de la modernización tecnológica (CEPAL, 2007). Las actividades en I+D pasaron a realizarse mayoritariamente en empresas privadas, muchas de ellas extranjeras, dando poca difusión hacia los demás sectores de la economía.

En general, las leyes de CTI en los países latinoamericanos han tenido pocas reformas con máximo 1 o 2 veces donde se han agregado aspectos que principalmente apuntan a la promoción de la educación. En general, la mayoría de las políticas de CTI en los países latinoamericanos presentan las siguientes características:

- 1) Un organismo central gubernamental que se encarga de dirigir la política en materia de ciencia, tecnología e innovación en el país y un subconjunto de organismos que ayudan en dicho proceso.
- 2) Un conjunto de instituciones que se encargan de la investigación básica y aplicada, siendo estos principalmente las universidades.
- 3) Programas de becas para las personas que estén interesados en estudios superiores con el propósito de promover la expansión de la frontera de educación y que dichas personas puedan contribuir más adelante a las empresas y/o instituciones en el proceso productivo.
- 4) Instituciones financieras y organismos de financiamiento.
- 5) Instituciones encargadas en la planificación, financiación y evaluación de actividades de investigación y desarrollo.

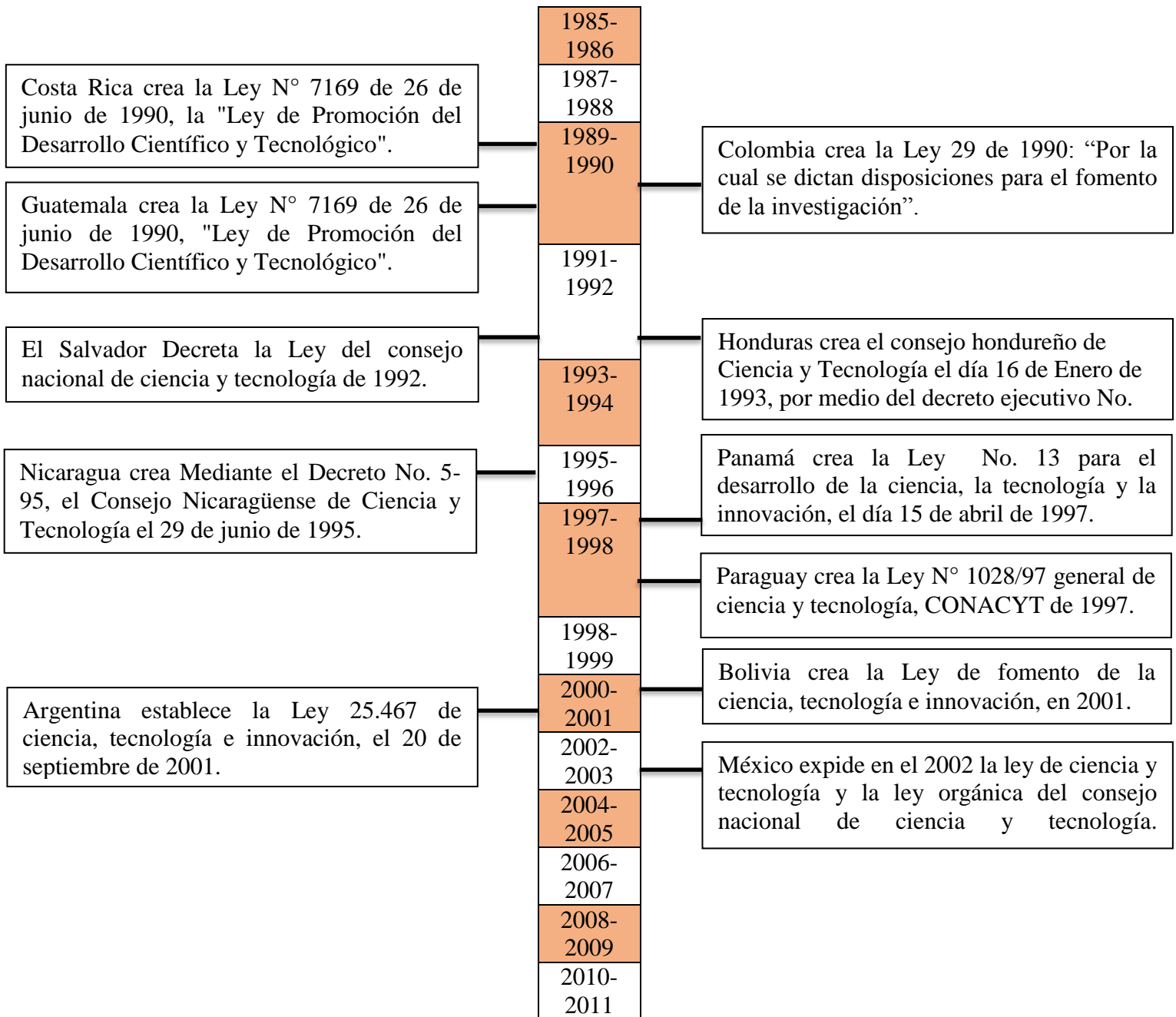
A continuación se presentan un gráfico donde se muestran los componentes que abarcan el enfoque del sistema nacional de innovación y como para promover la innovación de un país, es necesaria la interacción de muchos factores. El segundo, es un mapa cronológico que muestra la evolución de la ley de CTI en los once países latinoamericanos que son objeto de estudio.

Gráfico 1. Aspectos generales del Sistema de Innovación



Fuente: Groenewegen y Van der Steen (2006).
Gráfico realizado por elaboración propia.

Línea de tiempo ley de CTI en Latinoamérica



Realizado por elaboración propia.

4. Metodología

La presente investigación es de nivel cuantitativo, en el cual se desarrollarán dos fases: Diagnóstica y descriptiva y posteriormente se realizara la fase explicativa con el fin de determinar la incidencia de los SI en el PIB per cápita de los países latinoamericanos.

Las fases de la investigación son:

Fase diagnóstica y descriptiva:

En esta fase se determina la muestra, los datos a utilizar y se seleccionan los instrumentos de medición.

Fase explicativa:

En esta fase se realiza la regresión para posteriormente analizar los resultados.

La regresión que se llevará a cabo es la siguiente:

$$\Delta y_{\text{PIBpc}} = \beta_0 + \beta_1 \Delta \text{PIBpc}(t-1) + \beta_2 \text{ley_cti} + \beta_3 \text{smcr} + \beta_4 \text{act} + \beta_5 \text{yearsmen} + \varepsilon$$

4.1. Fase diagnostica y descriptiva

La muestra que será objetivo de estudio se compone por once países latinoamericanos en su orden: Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú y Uruguay. Se escogieron estos países puesto que era para los que se contaba con información suficiente para realizar la regresión. Los datos fueron obtenidos del Banco Mundial, la CEPAL y Gapminder.

Se escogió como variable dependiente el PIB per cápita y no el PIB puesto que lo que se quiere ver son efectos poblacionales, es decir, el incremento porcentual en la riqueza de los habitantes a partir del momento en que la ley de CTI se implementó en los diferentes

países latinoamericanos. Asimismo, se utilizó la variación del PIB per cápita en el periodo anterior como variable de control. Wooldridge (2010) explica que en ocasiones se puede sospechar que puede haber una o más variables independientes correlacionadas con la variable omitida. En estos casos, se incluye el valor de la variable dependiente de un periodo anterior, siendo este método útil para análisis de política. Por lo tanto, la variación del PIB per cápita en el periodo anterior sirve para controlar el efecto de las variables no observadas.

Las variables independientes son: la ley de CTI (*ley_cti*), las solicitudes de marcas comerciales residente (*smcr*), los artículos publicados en revistas científicas y técnicas (*act*) y los años promedio de educación de los hombres de los 25 a los 34 años, siendo los artículos publicados y las marcas comerciales utilizadas en otros trabajos para comparar los SI entre los países latinoamericanos (véase Aguirre-Bastos y Gupta (2009), BID (2010), Padilla (2013) y OMPI (2009)).

Se utilizó la ley de ciencia, tecnología e innovación puesto que el eje principal de los sistemas de innovación se basa en la combinación de las instituciones, normas y leyes y como estas se combinan con los demás agentes y procesos que guían, producen, exportan e importan las diferentes innovaciones. Especialmente en los países latinoamericanos en donde la ley ciencia, tecnología e innovación dictamina las directrices de estos en materia de recursos, delegados, financiación, investigación y evaluación en materia de innovación.

Seguidamente, se quería utilizar la inversión en I+D pero debido a la carencia de datos, se buscó una proxy para la inversión en I+D a nivel empresarial, por lo que se utilizó las solicitudes de marcas comerciales residentes. Esta es una buena proxy dado que registra los bienes o servicios por una persona o empresa específica para que esta tenga derecho a su uso exclusivo o en dado caso autorice a otra persona o empresa para que las utilice. Estas

marcas se registran por personas locales en una oficina nacional de Propiedad Intelectual (PI). Por lo tanto, para que dicha persona o empresa registre un bien o servicio para su uso exclusivo tiene que haber invertido recursos en investigación y posteriormente recursos para el desarrollo del bien o servicio. Lo anterior se conoce como recursos en I+D, en este caso, como I+D empresarial.

A su vez, se utilizaron los artículos publicados en revistas científicas y técnicas dado que es un buen indicador de la producción científica de un país. La publicación de un artículo contribuye a la sociedad dado que permite a otros investigadores y a personas comunes acceder a conocimiento nuevo a través de los resultados y conclusiones de la investigación y, genera prestigio y reconocimiento hacia aquellos que se ven involucrados en su realización. Por otro lado, un mayor número de artículos publicados en revistas científicas y técnicas indica que se están destinando mayores recursos a investigación, especialmente en las universidades, que es donde se produce la mayoría de la investigación científica.

Finalmente, se utilizó el año promedio de educación de los hombres de los 25 a los 34 años. Primeramente, se quería utilizar la inversión en educación o la inscripción escolar, pero debido a las limitaciones de información, se optó por escoger esta variable. Otro inconveniente fue que se quería añadir al modelo el promedio de educación de las mujeres de los 25 a los 34 años, pero las variables presentaban una multicolinealidad alta, por lo que se decidió dejar solamente el promedio de educación de los hombres.

Puesto que la investigación se basa en un modelo de crecimiento, se sabe que hay otras variables (aparte de las de innovación) que estas relacionadas con el crecimiento del PIB per cápita, por lo tanto, era necesario añadir al modelo variables de capital humano, que sirvieran como variables de control en la estimación.

La regresión se llevó a cabo bajo un modelo de datos paneles no balanceados, debido a que para algunas variables en ciertos países no fue posible conseguir los datos para todos los años. A continuación, se refleja un análisis descriptivo de los datos usados en la regresión:

La base constó de un total de cinco variables, un mínimo de 243 observaciones y un máximo de 266. Esta incluyó a once países latinoamericanos desde el año 1985 hasta 2011. De las cinco variables en el modelo a estimar se buscó relacionar la variación en el PIB per cápita como variable dependiente en función de la variable independiente en el periodo anterior, las solicitudes de marca comercial residente, el número de artículos publicados en revistas científicas y técnicas y la ley de ciencia, tecnología e innovación.

Se tiene una variable dummy que es la ley de CTI, la cual toma el valor de cero antes de entrar la ley en vigencia y uno a partir del año en que se implementó en dicho país. Para las solicitudes de marcas comerciales se obtuvo una media de 9084.515, mientras que para el número de artículos publicados se obtuvo una media de 471.1282.

Tabla 1. Análisis descriptivo.

sum d_ppc d_ppc.L1 ley_cti smcr act yearsmen

Variable	Observaciones	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
d_ppc	244	1.578598	4.016881	-16.5113	10.52079
d_ppc L1.	233	1.560176	4.001152	-16.5113	10.52079
ley_cti	255	.5686275	.4962419	0	1
smcr	255	9218.247	14058.33	11	61843
act	255	482.26	978.1037	1	4256.8
yearsmen	255	8.345098	1.801674	4.2	11.5

Fuente: Elaboración del autor con base en los datos del Banco Mundial, la CEPAL y Gapminder.

4.2. Fase explicativa

Se realizó la regresión por efectos aleatorios, y luego por efectos fijos. Posteriormente, se aplicó la prueba de Hausman. Como el p-valor resultó ser menor de 0.05, se rechazó H_0 indicando que había que utilizar efectos fijos (EF). Posteriormente, se escogió la variable de panel y la de tiempo y se realizó un test de Wooldridge para encontrar autocorrelación temporal. Dado que el P-valor fue menor que 0.05, se rechazó H_0 , indicando que hay autocorrelación temporal.

Luego, se hizo una modificación al test de Walt para heterocedasticidad de grupos en modelos de regresión con EF. Se rechazó la hipótesis nula, indicando que el modelo presentaba heterocedasticidad. Después se realizó el test de independencia de multiplicador de Lagrange de Breusch-Pagan para probar independencia de los errores de cada panel, en este caso, de cada país. Como el p-valor fue menor que 0.05, se rechazó H_0 , indicando que hay autocorrelación espacial.

Tabla 2. Pruebas Estadísticas.

Prueba	Estadístico	P-Valor
Hausman (Efectos Fijos)	15.51	0.0037
Wooldridge (Autocorrelación Temporal)	46.28	0.0000
Wald (Heterocedasticidad)	425.04	0.0000
Breusch-Pagan (Autocorrelación Espacial)	82.49	0.0096

Fuente: Elaboración del autor con base en los datos del Banco Mundial, la CEPAL y Gapminder.

Para solucionar todos los problemas encontrados, se hizo una regresión con un modelo de Prais-Winsten con paneles heterocedásticos y autocorrelación de vector autorregresivo de orden AR (1) con un intervalo de confianza del 90% y se colocaron

dummies de cada país como proxy para controlar el efecto espacial y se corrigió todo. El resultado se presenta a continuación:

Tabla 3. Resultados del modelo.

Variable	Beta
d_ppc L1.	.2980041***
ley_cti	1.552109*
smcr	.0002123**
act	-.0039229***
yearsman	.7336266
_lpais_2	.91049393
_lpais_3	.26143197
_lpais_4	.35841035
_lpais_5	1.4239123
_lpais_6	1.3730995
_lpais_7	4.112725*
_lpais_8	1.4630911
_lpais_9	-.10442563
_lpais_10	-2.7223421
_lpais_11	.63198835
constante	-.67454764

N= 233

R2= .24974854

Leyenda: * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

5. resultados

Después de revisar los diferentes trabajos en torno al tema, se esperaba que los SI tengan una incidencia positiva en la mayoría de los aspectos en el bienestar social de los países latinoamericanos. Acorde con la OCDE (2000) la ciencia, la tecnología y la innovación desempeñan un papel significativo en el rendimiento económico. Sin embargo, dichas mejoras se han presentado significativamente en los países desarrollados y miembros de la OCDE. Los países no miembros de la OCDE deben mejorar la capacidad de absorción tecnológica del sector empresarial la cual no está muy bien desarrollada.

La regresión arrojó que a partir del año en que se creó la ley de ciencia, tecnología e innovación en los países latinoamericanos el PIB per cápita de las personas creció en promedio un 1.55%. Lo anterior se ve reflejado en que en su gran mayoría la ley de CTI en los países latinoamericanos le ha dado mayoritariamente prioridad a la educación, esto es, a través del otorgamiento de becas para programas de pregrado, posgrado y doctorado lo que a su vez permite que muchas personas que antes no podían acceder a la educación por falta de recursos ahora puedan hacerlo mejorando así su nivel de vida. Sin embargo, la ley ha dejado a un lado la vinculación entre las instituciones y las empresas, aspecto que se recalca en muchos escritos académicos.

Las marcas comerciales tienen como finalidad garantizar y certificar que los productos o servicios que se quiere o quieren proveer se encuentran dentro de los cánones establecidos por el titular, y dar a entender que ya ha habido un control previo en calidad y funcionamiento del producto o servicio para el certificamiento de este. La estrategia de la empresa al solicitar una marca comercial está en introducirse en el mercado agregando una identificación propia que le otorga prestigio y garantía al producto.

Esto permite mejorar los procesos a nivel de fabricación, y en general cualquier conocimiento que el dueño de la marca quiera trasladar a los consumidores por medio del producto o servicio. El dueño estará preocupado porque dicha marca no pierda prestigio por lo que su objetivo principal estará en estandarizar los productos y/o servicio, de manera que proporcione una calidad constante. Como muestran los resultados del estudio, el aumento del PIB per cápita por una solicitud de marcas comercial es muy mínimo, equivalente al 0.0002%.

Una de las posibles causas de esto se puede deber a que en la mayoría de los países latinoamericanos que son objeto de estudio la certificación de dicho producto o servicio no

se apruebe ya sea por motivos de origen, fabricación, calidad, etc. Esto quiere decir que si bien son relativamente muchos los que intentan certificar una maca, en realidad son pocos a los que les otorga.

Otra de las razones a la que se puede atribuir que dicho incremento no sea significativo puede deberse a que en general, en América Latina, las solicitudes de marcas comerciales residente si bien han aumentado en el transcurso de los años, esta no es grande al compararse con países como Estados Unidos, Canadá, e incluso algunos países vecinos como Brasil. La presente gráfica muestra las solicitudes de marcas comerciales en promedio de los 11 países de estudio, junto con las solicitudes comerciales de Estados Unidos, Canadá y Brasil. El grafico 2 muestra que los once países en total producen menos solicitudes de marcas comerciales que cualquiera de los otros países, dándonos una idea de porque dicho aumento en el PIB per cápita no es relevante.

Lo anterior es consistente con los resultados encontrados por la OMPI⁷ (2009). Conforme a su estudio, la mayoría de las solicitudes de marcas comerciales en el mundo se realizan en China y Estados Unidos. No obstante, en los últimos años las solicitudes comerciales (residentes y no residentes) han disminuido en todo el mundo mostrando una tendencia de crecimiento cero y se prevé que dichas solicitudes sigan disminuyendo. De tal manera que puede esperarse que su incidencia no sea muy significativa en el PIB per cápita.

⁷ Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

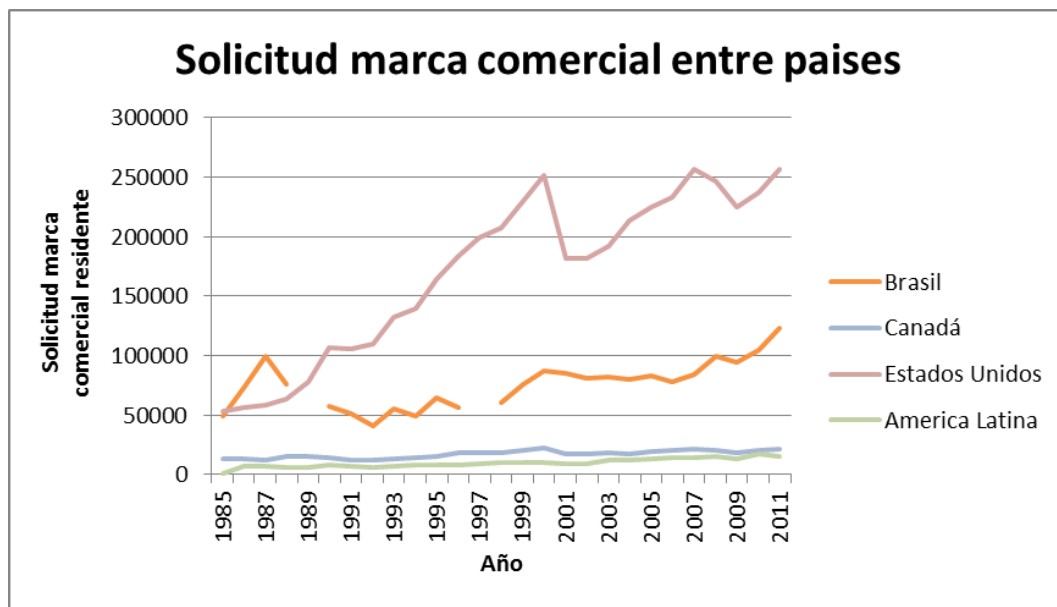


Gráfico 2. Fuente: Banco Mundial. Elaboración propia.

Uno de los resultados que resulto paradójico en el estudio fue que el aumento en una unidad de una publicación de un artículo en una revista científica o técnica reducía el PIB per cápita en 0.003%. Una de las posibles razones que puede explicar esto, es que en América Latina la mayoría de los artículos científicos y técnicos se realiza por académicos, es decir, profesores, siendo una minoría, que bajo el reglamento de la universidad se ven en la obligación de realizar investigaciones, publicarlas, y si es mejor, vincular dicha investigación a un ámbito empresarial. Lo anterior hace que muchos académicos se vean presionados a realizar investigaciones bajo el dilema *publish or perish* (Quintanilla, 2008).

Una segunda razón por la que dicho resultado arrojó una connotación negativa puede deberse a que el impacto de las revistas científicas en Latinoamérica no es alto. El impacto de una revista se mide a través de las citas que esta tiene en otros trabajos, a medida que un artículo tenga mayores citas mayor será considerado su impacto. Varios trabajos (véase García et al. (2002), Téllez-Zenteno et al. (2007) y Backhoff et al. (2011)) han analizado el impacto de las revistas latinoamericanas y es recurrente encontrar

que dicho impacto no es alto. En algunos casos dicho impacto ha disminuido, siendo el caso de Colombia (ver anexo 2). En general, el impacto de las revistas latinoamericanas en inglés es más alto que el de las revistas realizadas en su lengua materna, lo que dificulta la inclusión de los artículos en las bases de datos internacionales y, por tanto, la difusión de los escritos en los contextos internacionales.

Otra de las razones que puede explicar la relación negativa entre publicaciones y PIB per cápita en América Latina es la baja inversión en I+D de la región, la cual en conjunto es más baja de lo que invierte países como Corea del Sur y ni llega a la mitad de la inversión de países como Japón. Según datos del Ricyt⁸, las publicaciones en SCI⁹ en relación al Gasto en I+D (cada millón de U\$S) en Latinoamérica y el Caribe han disminuido entre 1990 al 2013 (ver Anexo 3). Todo lo anterior puede indicar que el esfuerzo, dedicación y tiempo que invierte un investigador en una publicación o una investigación si bien puede que tenga un efecto positivo a nivel emocional, parece no verse bien retribuido a nivel nominal.

A continuación se presenta una gráfica mostrando la cantidad de artículos publicados en los once países. Como se podrá ver los únicos países del estudio que han presentado un incremento considerable en materia de publicaciones son México y Argentina, el resto de los países muestra una tendencia casi horizontal, indicando que la mayoría de los países latinoamericanos carecen de una cultura investigativa y la producción de conocimiento sigue creciendo de manera mínima.

⁸ Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología -Iberoamericana e Interamericana-.

⁹ Science Citation Index.

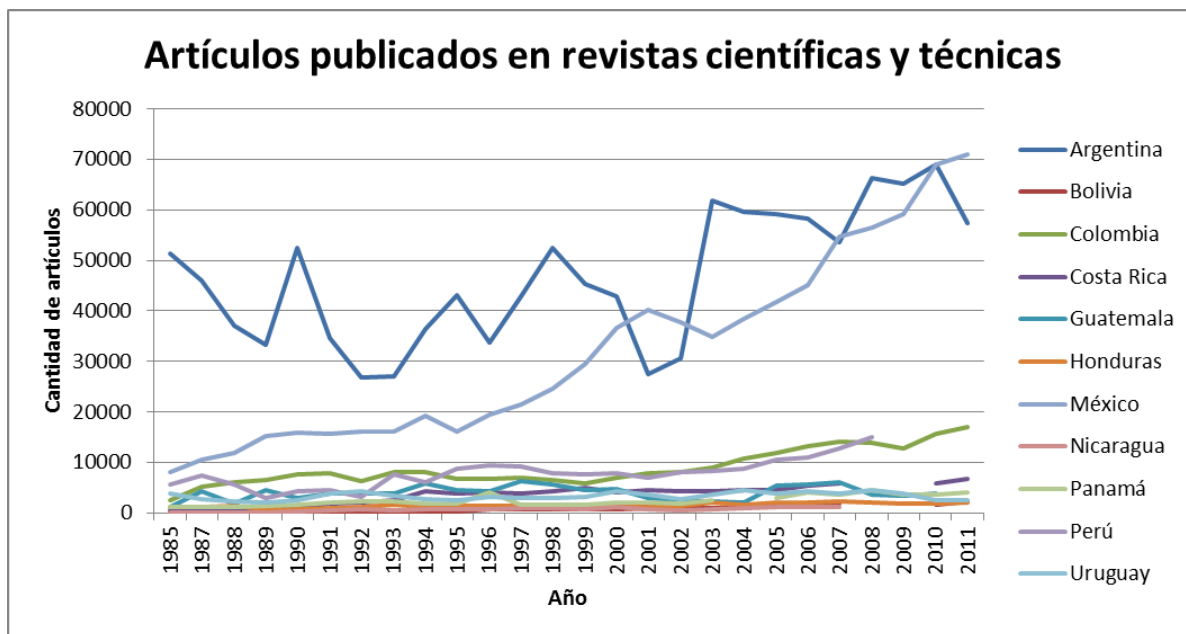


Grafico 3. Fuente: Banco Mundial. Elaboración propia.

Por último, la regresión mostro que un año promedio más de educación de los hombres entre los 25 y 34 años, aumenta el PIB per cápita en 0.73%. Esto se debe a que a medida que una persona se capacita más, adquiere habilidades y conocimientos que previamente no tenia, incrementando su productividad individual y, por lo tanto, su perspectiva de ingreso.

Dicho resultado es consistente la literatura empírica que muestra una relación positiva entre la educación y el ingreso (véase Mincer (1947), Becker (1964) y Angrist (2002)). Sin embargo, dicho resultado termino siendo no significativo. Esto puede deberse a que el periodo de estudio no es muy largo y, a su vez, porque no hay otras variables y/o indicadores de educación presentes en el modelo, lo que le podría estar restando significancia a la variable. Se esperaría que si hubiese otras variables y/o mejores indicadores de educación y un periodo de estudio más largo, dicho resultado fuese significativo.

6. Conclusiones

- Las políticas de los 90s parecen haber desincentivado en vez de fomentado las actividades científicas y tecnológicas, al pasar la mayoría de la producción al sector privado, y donde en su mayoría eran las empresas extranjeras las que realizaban las actividades innovativas. La difusión de dichos spillovers o derramamientos se limitó nada más al sector privado actuando como un “*club good*” impidiendo que dichos conocimientos se expandieran hacia los demás sectores de la economía.
- La educación es uno de los principales factores al momento de determinar el ingreso de las personas. Existe diversa literatura empírica que muestra la relación positiva entre los retornos a la educación y el ingreso. El estudio arrojó un resultado positivo, esto es, un año promedio más de educación aumenta el PIB per cápita en 0.73%. Sin embargo, el modelo también mostró que dicha variable no es significativa.
- Los países latinoamericanos en general si bien han presentado un incremento en las solicitudes de marca comerciales, estas no se comparan a los países como Estados Unidos ni a la de sus vecinos como Brasil. Una de las razones puede deberse a que en realidad si bien son muchas las solicitudes de marcas comerciales que se registran, en realidad son muy pocas las que se aprueban. Por otro lado, dichas solicitudes de marcas no han presentado un aumento sustancial a lo largo de los años y, acorde con datos de la OMPI es de esperarse que estas disminuyan.
- Exceptuando México y Argentina, la producción de artículos científicos y técnicos en América latina no ha cambiado significativamente a lo largo de los años, manteniéndose casi constante en la mayoría de los países de la región. El estudio

arrojó un resultado negativo, esto es, publicar un artículo más reduce el PIB per cápita en 0.003.

Lo anterior puede deberse a la mayoría de los artículos publicados no tienen mucha aplicabilidad al momento de tratar de resolver los problemas que mayoritariamente se presentan en la región como lo son la pobreza y la desigualdad.

Por otro lado, el *learning by doing* o *learning by acting* son dos conceptos claves que no tienen mayor utilidad en la región, por lo que si bien habrá artículos con un gran aporte científico, la falta de recursos debido a las pocas destinaciones de inversión en I+D, dificulta que dichos trabajos tengan reconocimiento o que sean ejecutados, quedándose estos en su mayoría en el papel.

- Los países latinoamericanos hablan de competitividad y de catching up a los países desarrollados, cuando sus esfuerzos por aumentar la inversión en I+D han sido mínimos. En ninguno de los países de estudio, la inversión en I+D alcanza el 1% del PIB, resultando paradójico que en algunos estudios se diga que se está convergiendo cuando en realidad la tendencia crucial es una de divergencia, donde aquellas naciones que empezaron primero en la era tecnológica siguen avanzando y Latinoamérica sigue quedando rezagado. Lo anterior se podría resumir en “*el que pega primero pega dos veces*”.
- Si bien la ley de CTI ha tenido un efecto positivo en los países latinoamericanos, esta no es suficiente para disminuir las disparidades entre los países desarrollados y al interior de los países. Es necesario entonces que dichas leyes tengan en cuenta en mayor medida la vinculación de las instituciones con las empresas, esto es, con el sector privado, que es donde mayoritariamente se da la innovación en los países latinoamericanos. Si bien la tendencia de los países latinos ha sido absorber la

tecnología de los más avanzados, es menester que estos desarrollen capacidades de transformación tecnológica que respondan a las necesidades e incentivos que se presentan en estos países, y de esa manera reforzar y cimentar el contenido estructural e institucional que permita llegar a combatir de una mejor manera los problemas de los países tercermundistas como lo son la corrupción, la pobreza y la desigualdad.

Es de reconocer que si bien los avances no han sido grandes si han sido significativos. El solo hecho de que las políticas de CTI muestren un incremento positivo ya es un cambio, sin embargo todavía distamos de tener una cultura investigativa fuerte y estructuras institucionales y de producción eficientes. Es imperativo que se realicen reestructuraciones en los SI de los países en desarrollo especialmente en materia de instituciones y coordinación acompañados de objetivos precisos que más adelante puedan ser evaluados a través de indicadores robustos. Por último, diría que es conveniente generar debate y crear conciencia de la importancia de los SI con la finalidad de a largo plazo alcanzar niveles medios o altos de competitividad y crecimiento regional.

5.2. Limitaciones

En el desarrollo de este estudio, la principal limitación fue la poca disponibilidad de datos, puesto que en el ámbito de ciencia, tecnología e innovación no se tiene información para periodos extensos, lo que limitó el alcance del estudio. Es por esto, que la investigación llevada a cabo, pretende ser una primera aproximación al tema de la incidencia entre los SI y el crecimiento económico o riqueza de las personas. Se recomienda para futuras investigaciones tener un horizonte de tiempo más amplio y un

mayor número de variables con la finalidad de obtener resultados más representativos y confiables.

7. Referencias

- Aguirre-Bastos, C., Gupta, M. (Diciembre de 2009). *SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION POLICIES IN LATIN AMERICA: DO THEY WORK?* Recuperado el 15 de Agosto de 2015, de <http://www.redalyc.org/pdf/339/33913151005.pdf>
- Alange, S., Scheinberg, S. (Abril de 2005). *Innovation systems in Latin America: examples from Honduras, Nicaragua and Bolivia*. Recuperado el 13 de Octubre de 2015, de Sida: http://www.sida.se/English/publications/Publication_database/publications-by-year1/2005/june/innovation-systems-in-latin-america/
- Albert, M., Laberge, S. (Marzo de 2007). *The Legitimation and Dissemination Processes of the Innovation System Approach: The Case of the Canadian and Québec Science and Technology Policy*. . Recuperado el 15 de Octubre de 2015, de Jstor: <http://www.jstor.org/stable/29733981>
- Alcorta, L., Peres, W. (1997). *Innovation systems and technological specialization in Latin America an the Caribbean*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2015, de CEPAL: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/32917/INT-0075_en.pdf?sequence=1
- Asheim, B., Gertler, M. (2006). The geography of innovation. Regional innovation systems. En U. o. Oxford, *The Oxford Handbook of Innovation* (págs. 291-311). London: Oxford University Press.
- Backhoff, E., Rentería, R., López, M, y Vidauri, G. (Enero de 2011). *Un estudio sobre el impacto de las revistas de investigación educativa en línea: el caso de la REDIE*. Recuperado el 2 de Marzo de 2016, de Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=275019735025>
- BID. (2010). *Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe*. Recuperado el 12 de Septiembre de 2015, de BID: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=%2035691608>
- Bruland, K., Mowery, D. (2006). Innovation Through time. En O. University, *The Oxford Handbook of Innovation* (págs. 349-375). London: Oxford University Press.
- CEPAL. (Abril de 2008). *Generación y protección del conocimiento: propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico*. Recuperado el 8 de Octubre de 2015, de CEPAL: <http://www.cepal.org/es/publicaciones/2873-generacion-y-proteccion-del-conocimiento-propiedad-intelectual-innovacion-y>
- Cimoli, M., Ferraz, J, y Primi, A. (Diciembre de 2007). *Políticas de ciencia y tecnología en economías abiertas: la situación de América Latina y el Caribe*. Recuperado el 27 de

Febrero de 2016, de CEPAL:
<http://www.cepal.org/iyd/noticias/paginas/5/31425/serie165esp.pdf>

Edquist, C. (2006). Systems of Innovations: Perspectives and challenges. En O. University, *The Oxford Handbook of Innovation* (págs. 181-205). London: Oxford University Press.

Fagerberg, J. (Octubre de 2003). *Innovation: A Guide to the Literature*. Recuperado el 15 de Octubre de 2015, de Oxfordhandbooks: http://in3.dem.ist.utl.pt/mscdesign/03ed/files/lec_1_01.pdf

Freeman, C. (1995). *The "National System of Innovation" in historical perspective*. Recuperado el 15 de Octubre de 2015, de Cambridge Journal of Economics: http://www.globelicsacademy.org/2011_pdf/Freeman%20NSI%20historial%20perspective.pdf

Freeman, C. (2002). *Continental, national and sub-national innovation systems-complementarity and economic growth*. Recuperado el 8 de Abril de 2016, de Research policy: <file:///C:/Users/ccarazo/Desktop/FREEMAN.pdf>

Galassi, G., Andrada, M. (2011). *Relación entre educación e ingresos en las regiones geográficas de Argentina*. recuperado el 6 de julio de 2016, de Redalyc: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11221117009>

García, E., del Río, A, y Ramírez, A. (2002). *Análisis de la relevancia de las revistas latinoamericanas a través de un factor de impacto renormalizado*. Recuperado el 2 de Marzo de 2016, de Revistas CSIC: <http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/viewArticle/280>

Groenewegen, J., Van der Steen, M. (Junio de 2006). *The Evolution of National Innovation Systems*. Recuperado el 11 de Septiembre de 2015, de Jstor: <http://www.jstor.org/stable/4228249>

Listerri, J., Pietrobelli, C. (2011). *Los sistemas regionales de innovación en América Latina*. Recuperado el 12 de Octubre de 2015, de BID: <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36413687>

Lundvall, B., Borrás, S. (2006). Science, technology and innovation policy. En O. University, *The Oxford Handbook of Innovation* (págs. 559-627). London: Oxford University Press.

Maldonado, A. (Junio de 2010). *Desarrollo regional y políticas de promoción del desarrollo económico local: la experiencia de tres departamentos colombianos*. Recuperado el 10 de Agosto de 2015, de CEPAL: <http://www.cepal.org/es/publicaciones/4817-desarrollo-regional-y-politicas-de-promocion-del-desarrollo-economico-local-la>

Malerba, F. (2006). Sectoral Systems: how and why innovation differs across sectors. En O. University, *The Oxford Handbook of Innovation* (págs. 380-403). London: Oxford University Press.

- Melo, A. (Agosto de 2001). *The Innovation Systems of Latin America and the Caribbean*. Recuperado el 15 de Octubre de 2015, de BID: <http://www.iadb.org/res/publications/pubfiles/pubwp-460.pdf>
- Morales, M., Ortíz, C, y Arias, M. (Abril de 2012). *Factores determinantes de los procesos de innovación: una mirada a la situación de Latinoamérica*. Recuperado el 2 de Marzo de 2015, de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n72/n72a10.pdf>
- Padilla, R. (Febrero de 2013). *Sistemas de innovación en Centroamérica: fortalecimiento a través de la integración regional*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2015, de CEPAL: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2622/S2012963_es.pdf?sequence=1
- Quintanilla-Montoya, A. (Septiembre de 2008). *La producción de conocimiento en América Latina*. Recuperado el 2 de Marzo de 2016, de Redalyc: <http://www.redalyc.org/html/731/73140301/>
- Robert, V., Yoguél, G. (2010). *La dinámica compleja de la innovación y el desarrollo económico*. Recuperado el 18 de Octubre de 2015, de Jstor: <http://www.jstor.org/stable/41219127>
- Sampat, B. (Septiembre de 2007). *Política científica y tecnológica de Estados Unidos: reseña histórica e implicaciones para los países en desarrollo*. Recuperado el Febrero de 2016 de 2015, de CEPAL: <http://www.cepal.org/iyd/noticias/paginas/4/31424/sampat.pdf>
- Sweezy, P. (Febrero de 1943). *Professor Schumpeter's theory of innovation*. Recuperado el 10 de Agosto de 2015, de Jstor: <http://www.jstor.org/stable/1924551>
- Taganas, R., Kumar, V. (6 de Octubre de 2006). *Innovation Systems in India's IT Industry: An Empirical Investigation*. Recuperado el 15 de Octubre de 2015, de Jstor: <http://www.jstor.org/stable/4418760>
- Tellez-Zenteno, J., Morales, L, y Estañol, B. (2007). *Análisis del factor de impacto de las revistas científicas latinoamericanas*. Recuperado el 2 de Marzo de 2016, de Scielo: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0034-98872007000400010&script=sci_arttext
- Verspagen, B. (2006). Innovation and economic growth. En O. University, *The Oxford Handbook of Innovation* (págs. 487-511). London: Oxford University Press.
- WIPO. (2009). *INDICADORES MUNDIALES DE PROPIEDAD INTELECTUAL*. Recuperado el 2 de Marzo de 2016, de WIPO: http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/intproperty/941/wipo_pub_941.pdf

Anexo 1.

Modelo de Romer (1986)

Romer realizó su modelo de crecimiento endógeno siendo su ecuación general:

$$Y_t = AK_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \bar{K}_t^n \quad (1)$$

Dónde:

A= Representa la tecnología asociada al factor trabajo; K= Capital total; L=Mano de obra; K gorro= La externalidad o efecto positivo que tienen las decisiones de inversión sobre el entorno y β =Rendimientos a escala.

Romer planteaba que la forma más correcta de identificar la externalidad era con el capital agregado K_t , porque consideraba que la mejor forma de modelizar la acumulación de conocimiento era a través de la acumulación de inversión. Cuando más se invierte, más se conoce. Por eso, Romer sustituye la expresión la expresión de la externalidad por el capital agregado, obteniendo:

$$Y_t = AK_t^\alpha L_t^{1-\alpha} K_t^n \quad (2)$$

Como tenemos dos capitales agregados elevados a distintos exponentes, estos se suman y se tiene:

$$Y_t = AK_t^{\alpha+n} L_t^{1-\alpha} \quad (3)$$

Siendo (3), la expresión de la producción agregada de la economía de Romer. Ahora, para expresarlo en términos per cápita, se divide por la población resultando:

$$\frac{Y_t}{L_t} = \frac{AK_t^{\alpha+n} L_t^{1-\alpha}}{L_t} \quad (4)$$

El L_t , se desagrega en dos términos, por lo que tenemos:

$$\frac{Y_t}{L_t} = A \frac{K_t^{\alpha+n}}{L_t^\alpha} \frac{L_t^{1-\alpha}}{L_t^{1-\alpha}} \quad (5)$$

Romer hace otra modificación y multiplica la ecuación (5) por $\frac{L_t^\beta}{L_t^\beta}$, quedando:

$$\frac{Y_t}{L_t} = A \frac{K_t^{\alpha+n}}{L_t^\alpha} \frac{L_t^{1-\alpha}}{L_t^{1-\alpha}} \frac{L_t^n}{L_t^n} \quad (6)$$

Al simplificar y sumar en la ecuación (6) tenemos:

$$\frac{Y_t}{L_t} = A \frac{K_t^{\alpha+n}}{L_t^{\alpha+n}} L_t^n \quad (7)$$

La ecuación (7) indica el capital per cápita elevado a un exponente por la población. Por lo anterior se tiene:

$$y_t = Ak_t^{\alpha+n}L_t^n \quad (8)$$

Siendo (8) la ecuación de la renta per cápita en el modelo de Romer.

A diferencia de otros modelos Romer supone que el crecimiento de la población es cero, es decir, se mantiene constante. Teniendo la ecuación de la producción per cápita, Romer toma la ecuación general de modelos de crecimiento con tasa de ahorro constante:

$$\dot{k}_t = sy_t - (n + \delta)k_t \quad (9)$$

Donde n es el crecimiento de la población que en este caso es cero. Ahora al reemplazar la ecuación (8) en la (9) tenemos:

$$\dot{k}_t = sAk_t^{\alpha+n}L_t^n - \delta k_t \quad (10)$$

La expresión anterior es la ecuación de crecimiento en el modelo de Romer con externalidades de capital. Para obtener la especificación de la tasa de crecimiento se divide por el capital per cápita y se obtiene:

$$\frac{\dot{k}_t}{k_t} = \frac{sAk_t^{\alpha+n}L_t^n}{k_t} - \delta \frac{k_t}{k_t} \quad (11)$$

Al simplificar la ecuación (11) se tiene:

$$\frac{\dot{k}_t}{k_t} = sAk_t^{\alpha+n-1}L_t^n - \delta \quad (12)$$

La expresión anterior es la tasa de crecimiento del capital per cápita, donde el crecimiento depende del exponente $\alpha + n - 1$, teniéndose entonces tres casos distintos:

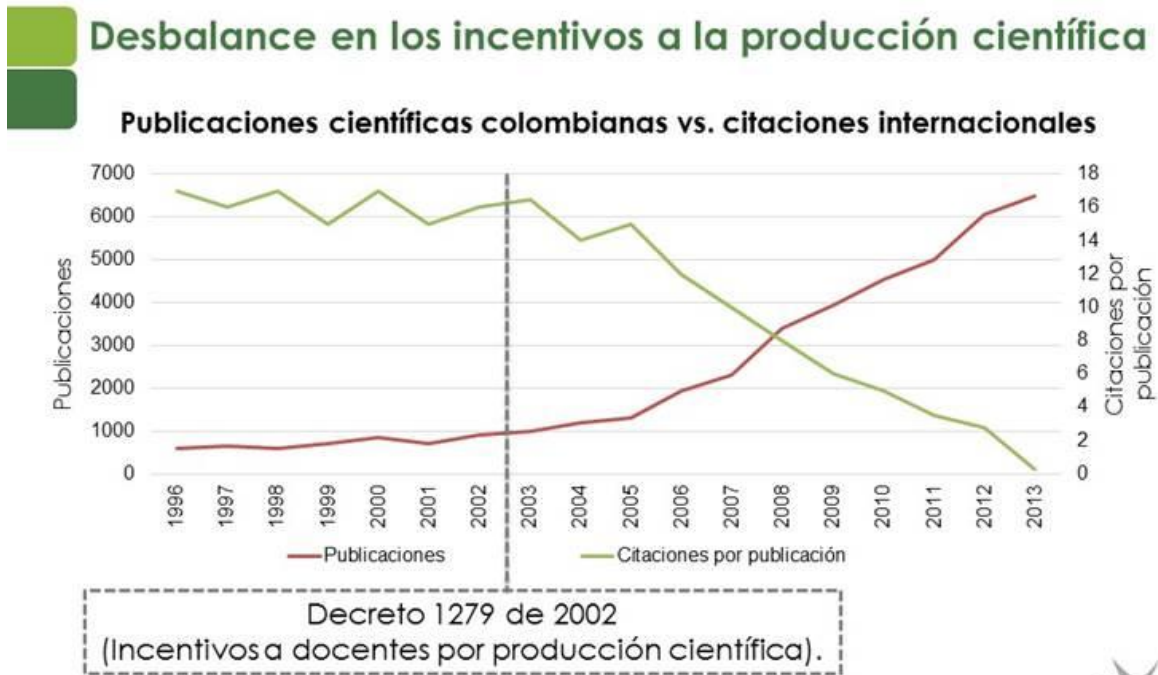
Cuando $\alpha + n > 1$; Cuando $\alpha + n = 1$ y; Cuando $\alpha + n < 1$.

La ecuación (11) junto con los tres casos nos quiere decir lo siguiente:

En primer lugar, cuando $\alpha + n > 1$, el exponente sería mayor que la unidad y, por ende la curva de ahorro tendría pendiente positiva; cuando $\alpha + n < 1$, el exponente sería menor que la unidad, por lo tanto, la curva de ahorro tendría pendiente negativa y cuando $\alpha + n = 1$, la curva de ahorro sería totalmente horizontal.

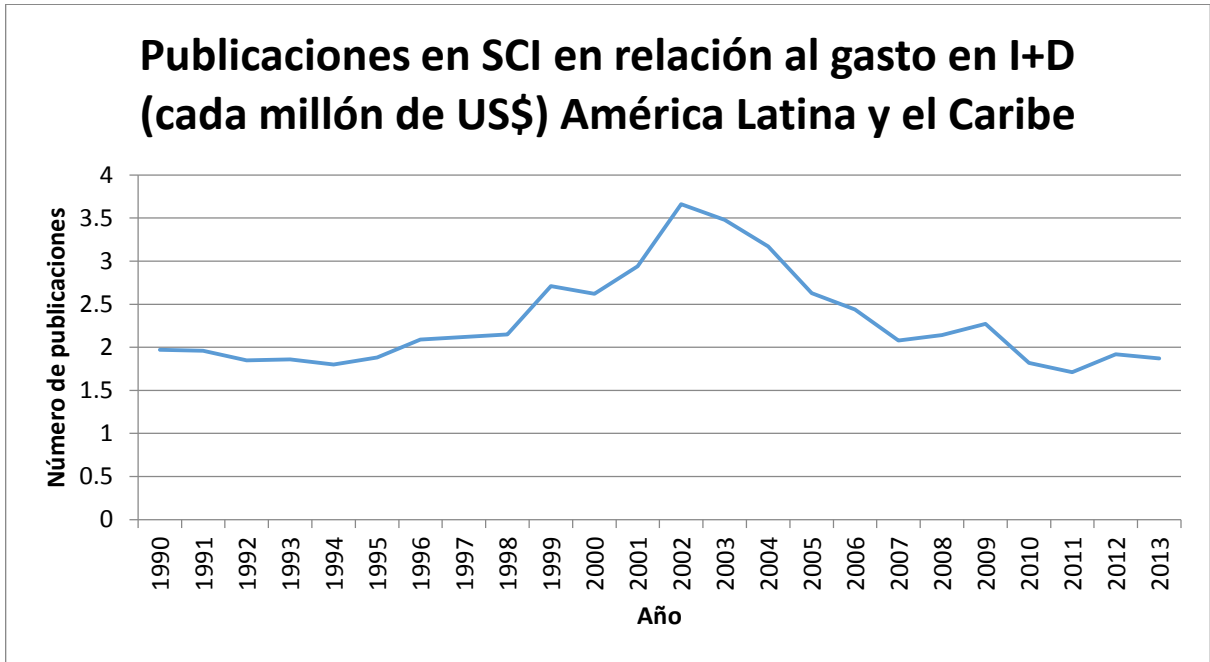
El modelo de Romer en resumidas cuentas plantea lo siguiente: El capital per cápita de un país es mayor a medida que su población es mayor, es decir, la riqueza de los países depende positivamente del tamaño de su población. Sin embargo, empíricamente esto casi nunca se cumple.

Anexo 2.



Fuente: Gomez-Mejía, A. (2015). “Aportes para la construcción de una política para la formación doctoral en Colombia”.

Anexo 3.



Fuente: Ricyt. Elaboración propia.