

## Análisis Exploratorio de la Inversión en I + D y su Incidencia en el PIB Per Cápita de los Departamentos Colombianos

María Fernanda Serna<sup>1</sup>

**Recibido: septiembre de 2019**

**Aceptado: noviembre de 2019**

### Resumen

El presente estudio explora la relación positiva entre la inversión en I+D y el PIB per cápita en los departamentos de Colombia. En la primera parte, se indaga sobre la relación entre los indicadores de inversión y el PIB per cápita a partir de la literatura existente; además, se expone la situación de los departamentos de Colombia en la inversión en I + D y la disparidad entre estos en el PIB per cápita. En la siguiente etapa se explica el modelo econométrico basado en una técnica de datos de panel. Finalmente se analizan los resultados, concluyendo, en base al modelo, que existe una relación positiva entre un mayor gasto en inversión en I+D y PIB per cápita, que las variaciones en el PIB per cápita se dan principalmente por características estructurales del país como políticas económicas, sociales y educativas no por característica propias de los departamentos.

*Palabras clave: Investigación y Desarrollo, PIB per cápita, políticas económicas, modelo econométrico, técnica de datos de panel.*

### Abstract

This study explores the positive relationship between investment in R&D and GDP per capita in the departments of Colombia. In the first part, the relationship between investment indicators and GDP per capita is investigated based on existing literature; in addition, the

---

<sup>1</sup> Estudiante de la Maestría en Análisis Económico de Quality Leadership University en convenio académico con la Universidad de Chile. Correo electrónico. [mfsernal@gmail.com](mailto:mfsernal@gmail.com)

situation of the departments of Colombia in the investment in R&D and the disparity between them in the GDP per capita is presented. The next step explains the econometric model based on a panel data technique. Finally, the results are analyzed, concluding, based on the model, that there is a positive relationship between higher expenditure on investment in R&D and GDP per capita, and that variations in GDP per capita are mainly due to structural characteristics of the country such as economic, social and educational policies not by characteristic of the department.

**Keywords:** *Research and Development, GDP per capita, economic policies, econometric model, panel data technique.*

## INTRODUCCIÓN

La teoría económica determina la inversión en investigación y desarrollo (I+D) como uno de los factores fundamentales para lograr el crecimiento económico. Un alto nivel en I+D se transforma en una acción innovadora que fortalece los procesos productivos de bienes y servicios, evolucionando el sistema económico con el uso eficiente de los recursos. Las teorías económicas han demostrado una conexión entre el gasto en actividades de I+D y el crecimiento de las economías, incluso a nivel regional dentro de un país. Los países que han experimentado mayores niveles de inversión en actividades del conocimiento han logrado impulsar los niveles de productividad e ingresos per cápita, lo que a su vez ha incentivado un mayor dinamismo innovador. El esfuerzo de las distintas regiones, dentro de un país en la I+D, logra conducir a un crecimiento sostenido a largo plazo (Hall & Jones, 1999), (Rouvinen, 2002).

En el panorama colombiano, con relación a las actividades del conocimiento, se puede observar, a partir de dos indicadores de inversión que elabora el Observatorio de Ciencia Tecnología (OCyT), encargado de investigar sobre la situación y las dinámicas de la ciencia, la tecnología y la innovación en el país. El primer indicador es el de inversión nacional en I+D, que es la sumatoria del gasto realizado por distintos actores del sector público o privado. Este indicador incluye las entidades que se desempeñan en actividades de I+D como hospitales, clínicas, ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales y, por

último, algunas entidades extranjeras. El segundo indicador es el de la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI). Contempla el indicador de inversión en I+D más el gasto realizado en actividades de apoyo a la formación científica y tecnológica, además de otras actividades para la innovación. Estos indicadores están basados en el manual de Frascati 2015 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que enmarca el estándar internacional para la medición de ACTI e I+D (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2017).

De acuerdo con estos indicadores, en Colombia, la inversión tanto en I+D como en ACTI ha aumentado como proporción de Producto Interno Bruto (PIB) a partir del año 2012; sin embargo, a un nivel muy bajo en relación con los patrones internacionales. Para el año 2017, se invirtió el 0,24% del PIB en I+D y el 0,46% en las ACTI. Colombia se encuentra muy por debajo de los promedios de inversión de los países de renta media alta, categoría a la cual pertenece, y muy por debajo de las naciones exitosas en actividades del conocimiento como las de Asia Oriental, la República de Corea, un líder internacional en este campo, y de China, cuya inversión ya supera el 2% del PIB (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2017). Dentro del país existe una tendencia baja de la participación de recursos públicos en la inversión en I+D Y ACTI, los avances en estas actividades están representados principalmente en las contribuciones del sector privado que representan la mayor parte de inversión dentro el país.

Los avances en Colombia en actividades de conocimiento no son tan significativos. Existen estudios que sugieren un análisis a nivel regional para identificar la ubicación de la actividad I+D, ya que la innovación tecnológica es creada a partir de los sectores que más invierten en I+D, y que, junto al capital humano, logran un *stock* de conocimientos que genera mejoras en la productividad (Barro & Sala, 1996; Mankiw, Romer, & Weil, 1992; Mankiw, Romer y Weil, 1992 y Romer P. M., 1990). En la mayoría de los países, existen regiones con mayor capacidad de I+D, mientras que, en otras, los desempeños son muy aislados. Dentro los países, hay concentraciones geográficas de varias regiones con mejores procesos productivos (Audretsch B., 1998). En efecto, en los países, se identifican agrupamientos de regiones que presentan

mayor inversión en I+D con efectos positivos en la capacidad de innovación. Por el contrario, otras regiones con baja inversión en I+D presentan sistemas productivos poco innovadores.

En Colombia, existe una amplia diversidad de la especialización productiva; los sectores productivos más importantes del país son los sectores de actividades primarias y terciarias. Se destacan las actividades extractivas en el sector primario, aunque las actividades terciarias son las más importantes del país donde el sector financiero es uno de los que presenta mayor crecimiento económico. La industria colombiana es débil, las actividades secundarias tienen una baja participación en PIB total del país, entre las cuales se encuentra la industria textil, la más tradicional y la industria de alimentos que ha tenido un buen desempeño en el sector. La capacidad innovadora de los sectores económicos del país ha estado relacionada con el esfuerzo de entidades principalmente privadas en inversión en I+D; sin embargo, en el país, han sido pocos los estudios que han abordado el análisis de la relación entre la inversión en I+D y el ingreso per cápita de los departamentos colombianos especializados en distintos sectores productivos, por lo cual este estudio se constituye como un análisis exploratorio y novedoso sobre esta relación.

Como se mencionó, los estudios empíricos sobre el efecto de la inversión en I+D y el PIB per cápita establecen una relación positiva. En este estudio, se explora, si para el caso de Colombia, existe tal efecto positivo, considerando que el PIB per cápita se considera como una variable de bienestar dado el nivel de renta de los departamentos según su población. Esto, debido a la experiencia histórica de las economías en desarrollo que se han centrado en la mejora de las condiciones de vida de su población, impulsando la generación del PIB per cápita, y utilizando como principal herramienta la inversión en I+D y el capital humano.

Para indagar sobre el efecto de la I+D en los departamentos Colombianos, hemos utilizado técnicas de datos de panel y datos de inversión en I+D para 23 departamentos y Bogotá<sup>2</sup> de Colombia.

---

<sup>2</sup> Colombia cuenta 32 departamentos, debido a disponibilidad de datos para efectos de la investigación se incluyen 23 departamentos y Bogotá que es la capital del país y pertenece al departamento de Cundinamarca.

El objetivo de la investigación es determinar la relación en el PIB per cápita y la inversión, haciendo principalmente énfasis en el concepto inversión en I +D; se consideran además variables como la especialización económica regional, el coeficiente de GINI y el nivel promedio de escolaridad que también inciden en el PIB per cápita.

Durante el desarrollo de la investigación, se presentaron limitaciones, entre estas la disponibilidad de datos de inversión en I+D, ya que para realizar un análisis de mediano o largo plazo es necesario utilizar variaciones en relación con el crecimiento del PIB per cápita como se sustenta teóricamente por los distintos estudios que analizan el efecto de I+D en las regiones. Dentro del modelo a estimar, se utiliza la variable en *log-log*, es decir, se representa la elasticidad de la variable PIB per cápita en la variable inversión en I+D, en otras palabras, se analiza el cambio porcentual del PIB per cápita dado un cambio porcentual en la inversión en I+D.

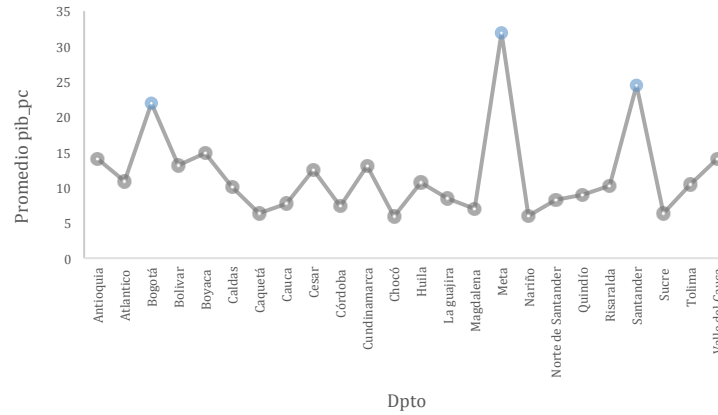
Teniendo presente que esta investigación es de carácter exploratorio, como resultado del modelo, encontramos que existe un efecto positivo entre el PIB per cápita y la inversión en I+D; no obstante, esto no establece necesariamente un efecto causal de I+D en el PIB per cápita. Dentro del modelo, también se identifican que las variaciones en el PIB per cápita se dan principalmente por características estructurales del país como políticas económicas, sociales, educativas mas no por característica propias del departamento.

### **Contexto del PIB per cápita y la inversión I+D en Colombia**

En Colombia, se pueden identificar inequidades entre los departamentos, así, por ejemplo, su PIB per cápita, al asumir que a mayor PIB per cápita es posible que exista mayor asignación de recursos monetarios para la I+D, el país debería tener una distribución no igualitaria en la capacidad de inversión. En el *Gráfico 1*, se puede observar que, en promedio, las variaciones de PIB per cápita no han sido significativas para la mayoría de los departamentos. Se destacan los departamentos de Meta y Santander, en los cuales la actividad económica más representativa es la minería. El distrito capital, Bogotá, es el departamento con mayor avance industrial y presenta, en promedio, una variación mayor en el PIB per cápita en relación con los demás departamentos.

*Gráfico 1*

*Promedio del PIB<sub>pc</sub> según departamento. 2008-2016.*

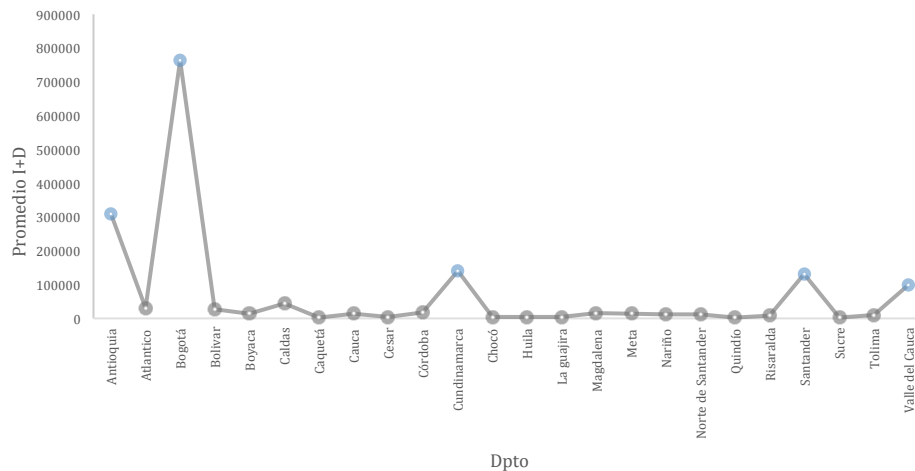


Fuente: Elaboración propia en base a DANE.

La inversión en I+D, en promedio, ha sido más significativa en los departamentos de Cundinamarca, Antioquia, Valle del Cauca y Santander como se observa en el *Gráfico 2*. Estos departamentos concentran el 48,6% de la población y cuentan con una participación significativa en PIB nacional, la tendencia de inversión en I+D tuvo una variación representativa a partir del año 2012 con la creación del Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTeI-SGR).

Gráfico 2

Promedio de la inversión en I+D según departamento. 2008-2016.



Fuente: Elaboración propia en base a OCyT.

En Colombia, dentro del marco político, el apoyo a la inversión en ACTI e I+D ha tenido grandes cambios a partir del año 1990 cuando se define por primera vez la política nacional de ciencia y tecnología, la cual facultaba al Estado para promover el avance de las actividades de conocimiento en ciencia y tecnología. A partir de esto, el estado colombiano inicia con la formulación de políticas que involucrarían entidades educativas, asociaciones científicas y el sector privado en la ACTI. Cabe resaltar que, en 1991, se crea el primer instituto colombiano de ciencia y tecnología llamado Colciencias.

Durante la primera década, los esfuerzos para la financiación de I+D fueron pocos, pero con la aprobación del plan de desarrollo “Hacia un Gobierno Comunitario 2003-2006” que le daba prioridad a la necesidad de mejorar las condiciones de inversión pública y privada en ACTI e I+D se empiezan a evidenciar cambios. Una de las políticas del plan de desarrollo que benefició la inversión en I+D fue el aumento paulatino de la inversión con el fin de llegar al 0,6 % de participación en el PIB nacional.

COLCIENCIAS, a partir del año 2009, fue nombrada la entidad encargada de administrar los recursos de ACTI para impulsar las políticas públicas enfocadas en mejorar las condiciones de

la I+D en el país. Para el año 2011, con el cambio del sistema general de regalías (SGR)<sup>3</sup>, se crea el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTeI-SGR)<sup>4</sup> que destinó el 10 % de los recursos de regalías a la ACTI. Se lograron grandes cambios en la forma en que tradicionalmente se financiaban y ejecutaban las actividades en I+D, principalmente por la desconcentración de los recursos de regalías que se encontraban distribuidos en unos pocos departamentos.

La inversión destinada en I+D<sup>5</sup> y ACTI<sup>6</sup>, como porcentaje del PIB para el año 2017, fue de 0,244 y 0,674, respectivamente, lo que refleja la disminución de los recursos invertidos ACTI e I+D. En cuanto al crecimiento económico del país, este mismo año fue de solo 1,8 %; este crecimiento fue impulsado principalmente por el sector agropecuario y el de servicios financieros, de acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). Como se observa en el *Gráfico 3*, la inversión en I+D y ACTI ha tenido una tendencia de crecimiento a partir del año 2006 debido a los esfuerzos realizados por las distintas entidades.

---

<sup>3</sup> **Sistema general de regalías:** SGR- por medio del Decreto Ley transitorio 4923-2011, se determina la distribución, objetivos, fines, administración, ejecución, control, el uso eficiente y la destinación de los ingresos provenientes de la explotación de los recursos naturales no renovables precisando las condiciones de participación de sus beneficiarios **Fuente especificada no válida.**

<sup>4</sup> **Fondo de ciencia y tecnología e Innovación :** FCTeI SGR- tiene como objetivo incrementar la capacidad científica, tecnológica, de innovación y de competitividad de las regiones, mediante proyectos que contribuyan a la producción, uso, integración y apropiación del conocimiento en el aparato productivo y en la sociedad en general, incluidos proyectos relacionados con biotecnología y tecnologías de la información y las comunicaciones contribuyendo al progreso social, al dinamismo económico, al crecimiento sostenible y una mayor prosperidad para toda la población. (Art. 29, Ley 1530 de 2012) **Fuente especificada no válida.**

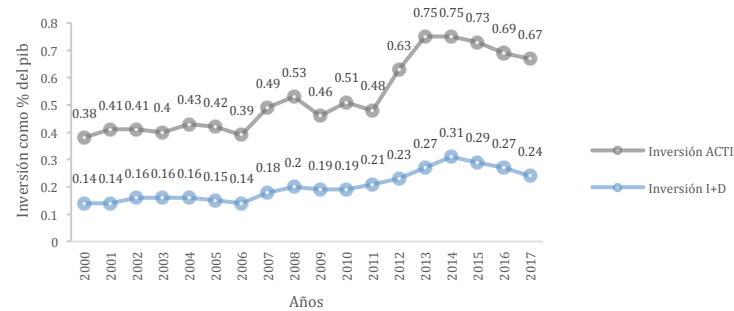
<sup>5</sup> **Investigación y Desarrollo :** -I+D- comprende el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones **.Fuente especificada no válida.**

<sup>6</sup> **Actividades de ciencia tecnología e Innovación :** ACTI- están definidas como actividades sistemáticas estrechamente relacionadas con la producción, promoción, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y técnicos en todos los campos de la ciencia y la tecnología **Fuente especificada no válida.**



Gráfico 3

*Evolución de la inversión en ACTI e I+D como % del PIB, 2000-2017.*



Fuente: Elaboración propia en base a OCyT.

### LITERATURA RELACIONADA

Según la teoría del Crecimiento Endógeno, la inversión en I+D mejora la capacidad productiva de las regiones, en el que el crecimiento económico es resultado de factores endógenos y del capital humano. La I+D contribuye significativamente al progreso técnico, el cual se logra a partir de la inversión de empresarios en actividades de conocimiento. Es decir, el desarrollo de la región surge, en gran medida, por las acciones intencionadas realizadas por las empresas que responden a incentivos del mercado para mejorar sus condiciones, pero no únicamente por los incentivos del mercado sino también por donativos gubernamentales (Romer, 1990).

Uno de los aportes más importantes que destaca la teoría de los Modelos de Crecimiento Endógeno es la incorporación del progreso técnico. Las regiones requieren de procesos de investigación y desarrollo para obtener la capacidad de introducir eficientemente tecnologías de países más desarrollados y lograr ser más productivos (Barro, 1995). Las regiones que tienen mayor capacidad de innovar dependen de los niveles de inversión en I+D y de la productividad de esas inversiones para lograr obtener ingresos per cápita elevados.

La teoría de Crecimiento Endógeno, además, resalta el proceso mediante el cual se genera crecimiento económico partiendo de la mejora de los procesos de innovación que se ven reflejados en la productividad, para lo cual es necesario considerar la importancia de la

inversión en I+D que se fundamenta en la teoría del capital humano. Las capacidades productivas de las poblaciones son mejoradas a partir de la inversión en investigación, educación y capacitación (Arreola & Bolivar, 2012).

Por otro lado, la teoría de Innovación y Desarrollo Económico sustenta que, a partir de Sistemas Innovación Nacional (SIN)<sup>7</sup>, se puede transferir y difundir, a bajo costo, los conocimientos de los países más desarrollados. Este es uno de los enfoques en los que más se ha profundizado en los últimos años, pues hace énfasis en la forma las políticas públicas desempeñan un rol importante en el proceso de innovación. Para que los países logren ser innovadores, requieren de la inversión en I+D con el apoyo de políticas públicas que generen la capacidad de adaptación a las características internas del país de tecnologías desarrolladas en otros países, sin desconocer la capacidad de innovación de las empresas.

“La capacidad innovadora no solamente está relacionada en función del esfuerzo cuantitativo en I+D (gastos y personal) y de su infraestructura tecnológica (el conjunto de centros e instituciones que llevan a cabo actividades innovadoras), sino también de la interacción entre las empresas, administraciones públicas, y otros agentes.” (Mikel Buesa, 2002).

A partir del interés generado por los SIN se establecen Sistemas Regionales de Innovación (SRI) como política de competitividad para que incentive el desarrollo regional a partir de la mejora en el desempeño científico, tecnológico e innovador.

Existen diversas variables que afectan el PIB per cápita, es fundamental innovar en los bienes y servicios desarrollados para lograr un crecimiento. La variable PIB per cápita es una medida de desarrollo económico, ya que el aumento de esta conduce a mejorar los indicadores socioeconómicos de los habitantes de un país o región (Muñoz, 2010).

La inversión en I+D es solo una de las herramientas necesarias para mejorar los niveles de renta y lograr el crecimiento per cápita. Otro de los factores importantes es el capital humano, esto, independientemente de los niveles de inversión en I+D, porque para mejorar la capacidad de innovar también se requiere que las empresas dentro de una región cuenten con la capacidad de manejar nuevas tecnologías. En los casos más exitosos, la orientación

---

<sup>7</sup> **Sistemas Innovación Nacional (SIN)** : Es conjunto de factores institucionales, infraestructura tecnológica y de política común a los diversos sectores de la economía que inciden en la capacidad de innovar Nelson (1993).

innovadora depende principalmente de la capacidad de los agentes de las mismas empresas aun cuando muchas veces estas se benefician del apoyo del Estado en I + D (Bitran, 2002).

## METODOLOGÍA

Con el objetivo de indagar sobre el efecto de la inversión en I+D en el PIB per cápita, se estima una ecuación que considera las variables expuestas por el estudio (Fernández., 2017) basada en la teoría de desarrollo endógeno. Así, mediante el análisis de esta ecuación se pretende obtener evidencia respecto de si la I+D produce un efecto en el PIB per cápita, considerando características de los departamentos como los niveles desigualdad, el capital humano o la especialización regional de acuerdo con el sector económico que tenga mayor concentración económica.

A diferencia de otros estudios, no se utiliza la variable crecimiento económico, es decir, la variación del  $pib_{pc}$ ; esto, fundamentado principalmente en que se realiza un análisis exploratorio en un corto plazo, lo cual se puede considerar como una limitación para el alcance de la investigación. El uso de la variable de variación del  $pib_{pc}$  requiere de un análisis de largo plazo, puesto que el efecto de la inversión en el crecimiento económico requiere de una dimensión de tiempo más amplia. Se considera que existe una amplia diferencia entre el crecimiento del PIB y el nivel de renta. El  $pib_{pc}$  generado por un departamento representa la capacidad de consumo de la población, por lo cual se puede considerar como una variable de desarrollo económico. La variación del  $pib_{pc}$  representa el crecimiento económico siendo la capacidad de expansión de la producción de los departamentos. De acuerdo con lo anterior se considera que el desarrollo económico es un concepto más amplio que implica mejor calidad de vida sin dejar de considerar otros indicadores relacionados con el desarrollo económico (Muñoz, 2010).

El efecto de la inversión de I+D en el producto interno bruto departamental se describe en la siguiente ecuación:

$$\ln pib_{pc} = \beta_0 + \beta_1 Gini + \beta_2 Esc + \beta_3 \ln Inversión I + D + \beta_4 Cer + u_i$$

Donde la variable dependiente es una medida de bienestar de la población dado su nivel de ingreso para cada departamento, la inversión en I+D es la sumatoria de las inversiones realizadas durante un periodo determinado de tiempo por las distintas entidades publicas o privadas en cada departamento, ambas variables se expresan en logaritmo natural con el fin de identificar el cambio porcentual de la variable  $\ln pib_{pc}$  frente a un cambio de la variable  $\ln Inversión I + D$ . Como se mencionó, la variable  $pib_{pc}$  es un proxy adecuado para medir el grado de desarrollo de un país debido a que refleja el nivel de renta de los departamentos.

De acuerdo con la literatura, se introdujeron variables de control que pueden afectar al PIB per cápita para evitar sesgo en la estimación del impacto de la inversión en I+D, sin embargo, es posible la omisión de variables relevantes dentro de la ecuación. Las variables de control son el coeficiente de especialización  $Cer$  que se utiliza con el fin de contar con una medida que permita una aproximación al nivel de concentración de las actividades económicas del departamento; se incluye, asimismo, una medida de desigualdad de ingresos por departamento  $Gini$  y la medida de escolaridad  $Esc$  para establecer el nivel de capital humano de los departamentos.

En primer lugar, con respecto a la variable explicativa  $Cer$ , esta es un índice que toma valores de 0 y 1, donde 0 significa que la región tiene la misma composición de actividades del país y por ente, esta región no se especializa en ninguna actividad concreta; por otro lado, 1 significa que la región tiene una composición totalmente diferente al total de la nación, lo que sugiere que está especializada en algunas actividades (González, 2013). De acuerdo con el nivel de especialización económica, se establece que a mayor concentración productiva en el departamento disminuirá el  $pib_{pc}$ .

En segundo lugar, la disminución de la desigualdad está asociada con el desarrollo económico, como medida de desigualdad se utiliza el coeficiente de  $Gini$ , los argumentos teóricos apuntan a que una mejor distribución del ingreso tiene un impacto significativo en el nivel de renta, pero esto tiene una relación con la etapa de desarrollo económico. Por último, como variable proxy de capital humano, se utiliza la variable de escolaridad debido a que la literatura expresa que el mayor nivel educativo de la población está relacionado con el PIB per cápita.

Para la estimación de la ecuación, se utiliza un modelo de datos de panel que parte del supuesto de que los departamentos de la muestra son heterogéneos. Un modelo de datos de panel permite controlar la heterogeneidad individual, mayor colinealidad entre variables y contar con mayor número de observaciones.

Para la estimación de la ecuación se utilizan diferentes especificaciones para un modelo de panel datos; en primer lugar, se aplica un test de Breush-Pagan Lagrangian que nos permite definir si el panel tiene diferencias en el tiempo, es decir, por efectos o, por el contrario, aplica para un modelo Pooled. Si como resultado se obtiene que el panel es de efectos, el segundo paso es aplicar un test de Hausman para identificar si son efectos aleatorios o fijos (Hill, Griffiths, & Lim, 2011).

### Efectos fijos

En la estructura de datos animados, se parte del supuesto de efectos individuales. En este modelo, además del término independiente, la variación entre los individuos se puede recoger a través de una variable *dummy* y se supone que la pendiente permanece constante. El modelo para estimar sería el siguiente:

$$y_{it} = \alpha_1 + \sum_{j=2}^N \alpha_j d_j + x'_{it} \beta + u_{it}$$

Donde  $\alpha_1$  es el efecto del primer individuo, el cual se utiliza como categoría de comparación.  $d_j$  son un grupo de variables dicotómicas que toman el valor de 1 si el dato corresponde al individuo  $j$  y cero en caso contrario;  $\alpha_j$  representan los coeficientes de las variables dicotómicas y cuantifican el grado en el que el valor de los interceptores del resto de individuo difieren con respecto del intercepto base  $\alpha_1$ .

### Efectos aleatorios

En el modelo de efectos aleatorios, se considera que el corte en el origen ( $\alpha_{it}$ ) es una variable aleatoria. Como esta variable no puede estar correlacionada con la variable explicativa, se hace necesario una alternativa de estimación. Para no incumplir con este supuesto, se descompone el término  $\alpha_{it}$  en una parte constante  $\alpha$  y en una parte aleatoria  $\epsilon_i$ , la cual se supone depende de un individuo *i-ésimo*, pero que es constante en el tiempo:

$$\alpha_{it} = \alpha + \epsilon_i$$

Por consiguiente, el modelo de estimación sigue la siguiente forma:

$$\begin{aligned} y_{it} &= \alpha_{it} + x'_{it}\beta + u_{it} = \alpha + \epsilon_i + x'_{it}\beta + u_{it} \\ &= \alpha + x'_{it}\beta + w_{it} \end{aligned}$$

Donde  $w_{it} = \epsilon_i + u_{it}$ . Las perturbaciones aleatorias de este modelo son:

$$\epsilon_i \sim N(0, \sigma_\epsilon^2), \quad u_{it} \sim N(0, \sigma_u^2)$$

En este caso, las perturbaciones homocedásticas vienen dada por  $E(w_{it}^2) = \sigma_\epsilon^2 + \sigma_u^2$

### DATOS

Para estimar el impacto de la I+D en el PIB per cápita de los departamentos, se construyó un panel de datos no balanceado respecto del periodo 2008-2016 para 24 departamentos de Colombia que incluyen a Bogotá (Al ser la capital la información estadística se separa del departamento de Cundinamarca). La elección de los departamentos de ha determinado de acuerdo con la disponibilidad de datos. La información de inversión en ACTI e I+D se obtuvo del OCyT colombiano a partir de la información de más de 300 entidades a nivel nacional suministrado por la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT). Los datos del PIB y GINI per cápita se obtienen del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y las demás variables explicativas de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) y el coeficiente de especialización regional que es una variable de construcción propia.

A continuación, se muestra una descripción de los datos utilizados para el conjunto de variables de la ecuación:

**PIB per cápita:** Esta variable se usará en logaritmos. Siendo el indicador económico que permite medir la relación entre el nivel de renta de un país y su población, se utiliza en logaritmo de PIB per cápita deflactado, es decir, a precios constantes y con año base 2008.

**Inversión I+D per cápita:** Se utilizará esta variable en logaritmos. Esta variable intenta demostrar la relación directa con el PIB de los departamentos en base a las teorías de crecimiento endógeno. Es la sumatoria de las inversiones realizadas por diversos actores en un determinado periodo. Estos actores son: sector administración pública (entidades del gobierno central, entes territoriales); sector empresarial (empresas privadas y públicas, IPSFL al servicio de las empresas); entidades del conocimiento (IES, centros de investigación y desarrollo tecnológico); hospitales y clínicas; instituciones privadas sin ánimo de lucro (ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales) y el sector extranjero (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2017).

**GINI:** El coeficiente de GINI es una medida de concentración del ingreso 1 entre los individuos de una región, en un determinado periodo. Esta medida está ligada a la Curva de Lorenz. Toma valores entre 0 y 1, donde 0 indica que todos los individuos tienen el mismo ingreso y 1 indica que sólo un individuo tiene todo el ingreso (CEPAL, 2001)

**Escolaridad (Esc):** Medida en porcentaje, esta variable muestra para cada departamento el nivel de educación de su población. El objetivo de esta variable es identificar la relación del capital humano con PIB per cápita.

**Coefficiente de Especialización Regional (cer):** En línea con los métodos de análisis estadístico regional, el coeficiente de especialización regional usado en este modelo se calcula con el fin de contar con una medida o aproximación de la concentración de actividades económicas en las regiones con respecto al país. En teoría, se calcula usando la siguiente fórmula (González, 2013):

$$CE_i = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^h \left| \frac{x_{ij}}{x_j} - \frac{x_i}{x} \right|$$

Donde:

$j$  = Cada una de las 24 regiones

$i$  = Cada una de las 9 actividades de la economía en el país.

$x$  = PIB de las actividades económicas (nivel Regional como Nacional)

Este índice toma el valor de 0 y 1, donde 0 significa que la región tiene la misma composición de actividades de la nación y, por ende, esta región no se especializa en ninguna actividad en concreto; por otro lado, 1 significa que la región tiene una composición totalmente diferente al total de la nación, lo que sugiere que está especializada en algunas actividades.

## RESULTADOS

En esta sección, se presentan los resultados empíricos obtenidos para el panel de datos de 24 departamentos de Colombia para el periodo de 2008-2016. En la tabla 1, se observan los principales resultados de estimar la relación entre la I+D y el PIB per cápita. Las distintas estimaciones de la tabla 1 permiten confirmar la hipótesis central del presente trabajo: la relación entre la inversión en I+D y el PIB per cápita es positiva y significativa para las especificaciones observadas en la *Tabla 1*.

*Tabla 1*

*Inversión en I+D y PIB per cápita.*

	(1)	(2)	(3)
Lnpi08	Model Random Effects	Model Fixed effects	Model Prais-Winsten Regression
Gini	-.137874* (.4379202)	-.7930903** (.0319119)	1.919688** (.8661892)
Esc	.1763636*** (.0384063)	.1393943*** (.0319119)	.3512302*** (.0583722)
LninvID	.014977**	.0102692**	.1931916***



	(.0173758)	(.01141688)	(.0348033)
Cer	.0834552*	1.978607**	-.0465099*
	(.6806234)	(.7512724)	(.608473)
_Cons	7.984347	8.207.182	3.738193
	(.392651)	(.3099888)	(.6756512)
<hr/>			
Hausman			
Chi2	34.30		
Prob>Chi2	0.0000		
Within	0.3836	0.4167	
Overall	0.5873	0.0673	
Between	0.5402	0.703	
R-squared			0.9718
Observations	168	168	168
Individuos	24	24	24

Elaboración propia

Si  $p < 0,01$  (\*\*\*) , Si  $0,01 \leq p < 0,05$  (\*\*), Si  $0,05 \leq p < 0,10$  (\*)

### MODELOS DE LOS EFECTOS ALEATORIOS (EA)

El modelo de EA asume que la variación entre los individuos es aleatoria y esto no está correlacionado con las variables independientes incluidas en el modelo. Con la  $R^2$  descompuesta tenemos que la variación *within* es del 38,36 %, lo que refleja que la variación dentro los departamentos en el tiempo es del 38 %. La variación *between* o variación entre los departamentos es del 54 % y representa la mayor variación encontrada. Esto sugiere que la variación de la variable del PIB per cápita está dada más por las características internas de cada departamento, que por la diferencia entre ellos.

Un mayor  $R^2$  *between* sugiere que son las políticas económicas, sociales, educativas, etc., las que inciden sobre el desempeño de cada departamento, en lugar de las características estructurales. Para el caso de Colombia, existe una política de descentralización que ha estado determinada por principios de centralismo, es decir, se delega a los departamentos políticamente

centralizados y administrativamente descentralizados. De esta manera, para el caso de Bogotá y Medellín que no cuentan con una ubicación geográfica privilegiada, esta política presenta grandes ventajas en la producción de bienes y servicios, debido a que han desarrollado actividades económicas más desarrolladas en comparación a otras entidades territoriales del país.

Realizando un análisis *ceteris paribus*, se obtiene que cuando el coeficiente de GINI aumenta 1 %, el PIB per cápita disminuye en 13,78 % en promedio. Por otro lado, cuando los años de escolaridad de la población aumentan en 1 año, el PIB per cápita aumenta en 17,63%. Cuando la especialización económica regional (*cer*) aumenta en una unidad (100%), el pib per cápita debería aumentar 8,34%. Por último, cuando la inversión en I+D por departamento aumenta en 1%, el PIB per cápita aumenta en 1,497%.

### Modelo de Efectos Fijos (EF)

Cuando se utiliza el modelo de EF, se asume que algo dentro de cada variable puede impactar o sesgar el predictor o las variables de resultado y es necesario controlarlo. Esta es la razón detrás de la suposición de la correlación entre el término de error de la entidad y las variables predictoras. El modelo de efectos fijos elimina el impacto de esas características invariables en el tiempo para poder evaluar el efecto neto de los predictores en la variable de resultado (Reyna, 2007). Entonces, se estima que el modelo de efectos fijos permite a los regresores estar correlacionados con los efectos individuales para analizar el impacto de las variables que varían con el tiempo.

Del anterior modelo, se puede observar la  $R^2$  descompuesta donde la variación *within* o la diferencia dentro las unidades de panel del modelo es del 41,67 %, esto significa que la variación del modelo que se da por la diferencia entre departamentos es del de 42%. Por otro lado, la variación *between* o variación entre de los departamentos es del 70,3 % y representa la principal variación encontrada. Esto sugiere que la variación de la variable del PIB per cápita está dada más por las características internas de cada departamento, que por la diferencia entre ellos.

Un mayor  $R^2$  *between* indica que son las políticas económicas, sociales, educativas, etc. las que inciden sobre el desempeño de los departamentos, en lugar de las características propias de cada departamento, como sus niveles de competitividad, clima, cercanía a los grandes puertos entre otras. Independientemente del esfuerzo de inversión en I + D por parte de los departamentos, para que se logre un efecto positivo en el PIB per cápita se requiere que las políticas públicas del país incentiven las actividades de I+D. El estado debe apoyar el capital humano a demás reconocer la capacidad de innovación de las empresas con la creación de programas de apoyo. El PIB per cápita no está determinado únicamente por el esfuerzo cuantitativo por departamento sino también por políticas en pro del desarrollo de las actividades I+D con la integración de las empresas, administraciones públicas y entidades dedicadas a la investigación. (Mikel Buesa, 2002).

Por ejemplo, según el escalafón de competitividad de los departamentos de Colombia para el 2017 realizado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Los departamentos con mejor puntaje en niveles de I+D son Bogotá, Caldas, Antioquia, Santander, Risaralda, Quindío, dentro de estos se encuentra el Eje Cafetero Colombiano (Caldas, Risaralda, Quindío). Según el DANE representan menos del 2% de la superficie total de país y cuentan con baja participación en el PIB del país (Caldas 1,8%, Risaralda 1,6%, Quindío 1,0% para el 2017).

El esfuerzo en I+D dentro de estas regiones ha sido significativo según el puntaje de la CEPAL, pero no se ha visto reflejado en el PIB per cápita del Eje Cafetero, según este modelo si el PIB per cápita de los departamentos depende políticas públicas estructurales a nivel del país y estas no son suficientes para impulsar el nivel de renta regional, pese a las características departamentales no hay un efecto significativo de la inversión en I + D en el ingreso per cápita.

#### **Modelo de Efectos Fijos con corrección de heterocedasticidad y autocorrelación (Model Prais-Winsten Regression)**

El principal resultado de estimar la relación de I+D y el PIB per cápita arroja que la inversión en I+ D, cuando aumenta 1%, el PIB per cápita aumenta 19,31%, es decir, la inversión en I +

D mejora la capacidad productiva de los departamentos como lo establece la teoría de crecimiento endógeno donde el progreso técnico no es una variable exógena (Romer, 1990). Uno de los impactos más relevantes de la inversión en I+D es el tránsito hacia formas de producción más eficientes, que permiten la creación de nuevos productos o la mejora de la calidad de los ya existentes, también permite asimilar de forma más rápida los avances tecnológicos. Los resultados derivados del modelo exploratorio coinciden en que el gasto en I+D generaría retornos positivos en la población por el aumento en el nivel de renta.

La evidencia empírica refleja que en Colombia aún no se reconoce la importancia de la I+D como motor de productividad y competitividad, según el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología(2017), la inversión I+D con respecto a los patrones internacionales es baja, inclusive a nivel departamental. En base a los resultados si se lograra mejorar los niveles de I+D, el sector productivo podría ser más competitivo inclusive en los departamentos más rezagados.

En cuanto al coeficiente de GINI, este no tiene un efecto significativo en el PIB per cápita de los departamentos de Colombia, pero si aumenta 1%, el PIB per cápita también. Esto es contrario a la mayoría de teorías económicas que plantean que un aumento de la desigualdad afecta negativamente los niveles de PIB en un país o región; sin embargo, otras investigaciones empíricas han encontrado que los valores de desigualdad no han tenido relación alguna con los niveles de crecimiento económico en economías que se encuentran en las primeras etapas de desarrollo (Barahona, 2015), en el caso de Colombia, pese a que se ha evidenciado crecimiento en el PIB nacional, el coeficiente de GINI ha aumentado significativamente.

De acuerdo con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)(2016), Colombia es uno de los países con mayor desigualdad en el del mundo. Los departamentos que presentan mayor desigualdad dentro del país son: Choco, La Guajira, Huila, Boyacá y Antioquia. De estos, Chocó y La Guajira presentan baja participación en el PIB per cápita, para el caso de Antioquia tiene una participación del 14% en el PIB nacional, considerándose como la segunda economía del país. Por otro lado, los departamentos con menores niveles de desigualdad son: Atlántico, Córdoba, Cundinamarca, Meta, Risaralda y Sucre, estos presentan

diferentes características económicas y sociales. Atlántico y Cundinamarca presentan buen porcentaje de participación en el PIB nacional, mientras que Córdoba y Sucre contemplan participaciones muy bajas en la economía nacional (DANE).

Cabe destacar el caso del departamento de Antioquia que concentran mayor ingreso y presentan niveles de desigualdad elevados, así como hay departamentos que presentan niveles de participación similares, pero con diferentes niveles de desigualdad, es decir al parecer no hay una relación definida entre los niveles de desigualdad y ingreso en Colombia (Torres, 2017).

En cuanto a los niveles de escolaridad de la población de cada departamento cuando esta crece un año, el PIB per cápita aumenta 35,12%. Considerando que la acumulación de capital humano es esencial para el crecimiento económico el resultado del modelo se encuentra en concordancia con la teoría de capital humano, para las regiones más avanzadas, trabajadores con altos niveles de educación representan la fuente de innovación que sustenta la productividad. Para las regiones más alejadas de la frontera tecnológica, la educación es necesaria para adoptar nuevas tecnologías desarrolladas en otras regiones. Cada región posee normalmente industrias dentro y fuera de la frontera tecnológica, donde estas relaciones operan de manera simultánea (West, 2012).

Por último, si la especialización económica regional (*cer*) aumenta en una unidad, el PIB per cápita disminuiría en un 4,6%. Aunque esta variable no tiene gran significancia dentro del modelo, una explicación lógica al efecto negativo de la especialización económica en el caso Colombiano es que la concentración de las actividades económicas en algunas regiones del país son principalmente en actividades del sector primario como la minería, lo que lleva a que las regiones con mayor concentración o especialización económica en país estén más expuestas *shocks* económicos, esto se aplica a los departamentos con economías diversificadas.

## Anexos:

Prueba para ver si es Pooling o Efectos :

```
. xttest0

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

lnpib08[id_dpto,t] = Xb + u[id_dpto] + e[id_dpto,t]

Estimated results:

```

	Var	sd = sqrt(Var)
lnpib08	.9826717	.991298
e	.0066448	.0815158
u	.1590619	.3988256

```

Test:   Var(u) = 0
        chibar2(01) = 164.11
        Prob > chibar2 = 0.0000
    
```

Efectos fijos:

```
. xtreg lnpib08 gini esc lninvid cer, fe

Fixed-effects (within) regression           Number of obs   =   168
Group variable: id_dpto                    Number of groups =   24

R-sq:                                      Obs per group:
    within = 0.4167                        min =          7
    between = 0.0673                       avg =         7.0
    overall = 0.0703                       max =          7

                                F(4,140)    =   25.00
corr(u_i, Xb) = 0.0599              Prob > F      =   0.0000
```

lnpib08	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
gini	-.7930903	.3629921	-2.18	0.031	-1.510745 - .0754355
esc	.1393943	.0319119	4.37	0.000	.0763028 .2024859
lninvid	.0102692	.0141688	0.72	0.470	-.0177433 .0382816
cer	1.978607	.7512724	2.63	0.009	.4933011 3.463913
_cons	8.207182	.3099888	26.48	0.000	7.594317 8.820046
sigma_u	.97221438				
sigma_e	.08151581				
rho	.99301901	(fraction of variance due to u_i)			

```

F test that all u_i=0: F(23, 140) = 269.88          Prob > F = 0.0000
    
```

Efectos Aleatorios:



### Efectos fijos:

```
. xtreg lnpi08 gini esc lninvid cer, fe

Fixed-effects (within) regression      Number of obs   =    168
Group variable: id_dpto                Number of groups =    24

R-sq:                                  Obs per group:
    within = 0.4167                      min           =     7
    between = 0.0673                     avg           =    7.0
    overall  = 0.0703                     max           =     7

                                F(4,140)      =    25.00
corr(u_i, Xb) = 0.0599                Prob > F      =    0.0000
```

lnpi08	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
gini	-.7930903	.3629921	-2.18	0.031	-1.510745 - .0754355
esc	.1393943	.0319119	4.37	0.000	.0763028 .2024859
lninvid	.0102692	.0141688	0.72	0.470	-.0177433 .0382816
cer	1.978607	.7512724	2.63	0.009	.4933011 3.463913
_cons	8.207182	.3099888	26.48	0.000	7.594317 8.820046
sigma_u	.97221438				
sigma_e	.08151581				
rho	.99301901	(fraction of variance due to u_i)			

F test that all u\_i=0: F(23, 140) = 269.88 Prob > F = 0.0000

### Efectos Aleatorios:

```
. xtreg lnpi08 gini esc lninvid cer, re

Random-effects GLS regression      Number of obs   =    168
Group variable: id_dpto            Number of groups =    24

R-sq:                                  Obs per group:
    within = 0.3836                      min           =     7
    between = 0.5873                     avg           =    7.0
    overall  = 0.5402                     max           =     7

                                Wald chi2(4)      =    79.70
corr(u_i, X) = 0 (assumed)          Prob > chi2      =    0.0000
```

lnpi08	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
gini	-.137874	.4379202	-0.31	0.753	-.9961817 .7204337
esc	.1763636	.0384063	4.59	0.000	.1010887 .2516386
lninvid	.014977	.0173758	0.86	0.389	-.0190789 .0490329
cer	.0834552	.6806234	0.12	0.902	-1.250542 1.417452
_cons	7.984347	.392651	20.33	0.000	7.214765 8.753929
sigma_u	.3988256				
sigma_e	.08151581				
rho	.95990006	(fraction of variance due to u_i)			

Test de Hausman para ver que tipo de efecto



```
. hausman FE RE

----- Coefficients -----
      (b)      (B)      (b-B)      sqrt(diag(V_b-V_B))
      FE      RE      Difference      S.E.
-----
gini      -.7930903    -.137874    -.6552163      .
esc       .1393943    .1763636    -.0369693      .
lninvid   .0102692     .014977    -.0047078      .
cer       1.978607     .0834552    1.895152     .3180599

      b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
      B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

      chi2(4) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
              =      34.30
      Prob>chi2 =      0.0000
      (V_b-V_B is not positive definite)
```

### Análisis de Heterocedasticidad en el modelo (solo efectos fijos)

```
. xttest3

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0: sigma(i)^2 = sigma^2 for all i

chi2 (24) = 1445.39
Prob>chi2 = 0.0000
```

### Análisis de Autocorrelación en el modelo (para efectos fijos o aleatorios):

```
. xtserial lnpi08 gini esc lninvid cer, output

Linear regression                               Number of obs   =      144
                                                F(4, 23)        =      9.88
                                                Prob > F         =      0.0001
                                                R-squared        =      0.2636
                                                Root MSE        =      .06312

                                                (Std. Err. adjusted for 24 clusters in id_dpto)

-----+-----
D.lnpi08      Coef.      Robust      t      P>|t|      [95% Conf. Interval]
-----+-----
gini
Dl.      -.5804143    .2554946    -2.27    0.033    -1.108945    -.0518835
esc
Dl.      .1095568     .021174     5.17    0.000     .0657551     .1533585
lninvid
Dl.      .0060838     .0077386     0.79    0.440    -.0099247     .0220923
cer
Dl.      2.577648     1.287707     2.00    0.057    -.0861765     5.241473

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation
F( 1, 23) = 93.664
Prob > F = 0.0000
```

### Corrección del problema de Heterocedasticidad y Autocorrelación

```
. xtpcse lnpi08 gini esc lninvid cer, het c(ar1)
(note: estimates of rho outside [-1,1] bounded to be in the range [-1,1])

Prais-Winsten regression, heteroskedastic panels corrected standard errors

Group variable:  id_dpto          Number of obs   =   168
Time variable:  Año              Number of groups =   24
Panels:         heteroskedastic (balanced)  Obs per group:
Autocorrelation: common AR(1)              min =    7
                                              avg =    7
                                              max =    7

Estimated covariances   =    24      R-squared       =   0.9718
Estimated autocorrelations =    1      Wald chi2(4)    =   177.73
Estimated coefficients  =    5        Prob > chi2     =   0.0000
```

lnpi08	Het-corrected					[95% Conf. Interval]
	Coef.	Std. Err.	z	P> z		
gini	1.919688	.8661892	2.22	0.027	.221988	3.617387
esc	.3512302	.0583722	6.02	0.000	.2368228	.4656376
lninvid	.1931916	.0348033	5.55	0.000	.1249785	.2614047
cer	-.0465099	.608473	-0.08	0.939	-1.239095	1.146075
_cons	3.738193	.6756512	5.53	0.000	2.413941	5.062445
rho	.7484397					

## REFERENCIAS

Audretsch, B. (1998). Agglomeration and the location of innovative activity. *Oxford Review of Economic Policy*, 14(2), 18-29.

Barahona, P. (2015). Inequidad en la distribución de la renta y la curva de kuznets en Chile año 1999-2010 – CHILE. *Universidad de Atacama*, 27.

Barro, R. J. (1995). Inflation and Economic Growth. *NBER working paper series*, 26.

Barro, R. J., & Sala, I. M. (1996). Regional Cohesion: Evidence and theories of regional growth and convergence. *European Economic Review*, 40(6), 25-52.

Bitran, E. (2002). Crecimiento e innovación en Chile. *Revista Perspectivas (Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Chile)*, 250-255.

CEPAL. (9 de 3 de 2017). *Escalafón de la competitividad de los departamentos de Colombia 2017*. Obtenido de CEPAL: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/43156-escalafon-la-competitividad-departamentos-colombia-2017>

CEPAL. (marzo de 2001). Consideraciones sobre el índice de GINI para medir la concentración del ingreso. *División de Estadística y Proyecciones Económicas*, 31.

DANE. (10 de 11 de 2018). *DANE*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-y-desigualdad/pobreza-monetaria-y-multidimensional-en-colombia-2016>

DANE. (2017). *Boletín Técnico: Producto Interno Bruto (PIB) Departamental 2017 preliminar*.

DANE.

Fernández, A. O. (2017). Impacto de la inversión en I+D en el crecimiento económico: estudio econométrico para las regiones europeas. 2-73.

Fernández., A. O. (2017). Impacto de la inversión en I+D en el crecimiento económico: estudio econométrico para las regiones europeas. *Universidad de Barcelona, Facultad de Economía y Empresa*, 19.

González, K. K. (2013). Incidencia de los fondos públicos en desempeño innovador de las regiones de Colombia. *Facultad de Economía y Negocios Universidad de Chile*, 15-19.

González, K. M. (2013). Incidencia de los fondos públicos en desempeño innovador de las regiones de Colombia. *Facultad de Economía y Negocios, Universidad de Chile*, 10-25.

González, K. M. (2013). *Incidencia de los fondos públicos en el desempeño innovador de las regiones de Colombia*. Santiago de Chile.

Hall, R. E., & Jones, C. I. (1999). Why Do Some Countries Produce So Much More Output Per Worker Than Others? *The Quarterly Journal of Economics*, 114(1), 85.

Hill, R. C., Griffiths, W. E., & Lim, G. C. (2011). *Principles of Econometrics*. John Wiley & Sons, Inc.

Mankiw, N. G., Romer, D., & Weil, D. N. (Mayo de 1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407-437.

Mikel Buesa, T. B. (2002). Los factores determinantes de la innovación: un análisis econométrico sobre las regiones españolas. *Universidad Complutense de Madrid*, 70.

Muñoz, N. C. (Diciembre de 2010). Renta per cápita como medida de desarrollo económico en Latinoamérica. *Equidad Desarrollo*, 14, 39.

Muñoz, N. M. (2010). Renta per cápita como medida de desarrollo económico en Latinoamérica. *Equidad y Desarrollo Económico en Latinoamérica*, 38-39.

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (20 de Abril de 2017). *Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2017*. Obtenido de Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología: <http://ocyt.org.co/wp-content/uploads/2018/07/indicadores-2017-web.pdf>

OCyT. (2017). *Boletín Clasificación y cuantificación de los recursos del Fondo CTeI del Sistema General de Regalías -SGR*.

Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy*, 98, 71-102.

Rouvinen, P. (2002). Characteristics of product and process innovators: some evidence from the Finnish innovation survey. *Applied Economics Letters*, 9, 7.

Sala-i-Martin, X. (1997). I just ran four million regressions. *Columbia University and Universitat Pompeu Fabra*, 2.

Therán, L. M. (2016). *Determinantes de la estructura de apalancamiento para empresas que cotizan en bolsa del sector real colombiano*. Bogotá.

Torres, R. M. (2017). Desigualdad del ingreso en Colombia: un estudio por departamentos. *Cuadernos de Economía*, 36(72), 272.

West, M. R. (2012). Education and Global Competitiveness: Lessons for the United States from International Evidence. *In K. Hassett*, 28, 1-18.