

Convergencia económica: Un análisis de panel de datos para economías latinoamericanas

Juan Pablo Villa Metaute

Sebastian Restrepo Taborda

Carlos Esteban Martínez Agudelo

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Economía, Administración y Negocios

Facultad de Economía

Medellín

2020

Convergencia económica: Un análisis de panel de datos para economías latinoamericanas

Juan Pablo Villa Metaute

Sebastian Restrepo Taborda

Carlos Esteban Martínez Agudelo

Trabajo de grado para optar al título de economista

Asesor

Jhonny Moncada Mesa

Economista – universidad de Antioquia y magister en economía - universidad EAFIT

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Economía, Administración y Negocios

Facultad de Economía

Medellín

2020

## Índice

Resumen.....	Página 3
Introducción.....	Página 4
Revisión de literatura nivel nacional e internacional sobre convergencia.....	Página 6
Zona euro.....	Página 6
Centro y norte América.....	Página 8
Asia.....	Página 9
Latinoamérica.....	Página 10
Chile.....	Página 11
Brasil.....	Página 11
México.....	Página 12
Colombia.....	Página 12
Marco teórico.....	Página 15
Metodología de la investigación.....	Página 23
Estudio de prospectiva.....	Página 23
Datos.....	Página 27
Métodos de estimación.....	Página 30
Resultados.....	Página 32
Análisis descriptivo.....	Página 32
Estimaciones.....	Página 45
Conclusiones.....	Página 54
Bibliografía.....	Página 56
Anexos.....	Página 60

## **Resumen**

El objetivo de la presente investigación es analizar ¿qué variables podrían influir en una convergencia económica entre las grandes potencias de América latina? Se parte de un estudio de prospectiva el cual arroja cinco variables que, según expertos en el tema, serán decisivas para una posible convergencia de Colombia con estos países (Brasil, Chile y México). Para el estudio se toma como referente la teoría de crecimiento de Solow-Swan, complementando con las principales teorías del crecimiento endógeno y exógeno. El estudio hace uso de la metodología econométrica de panel de datos, con estimación por medio de efectos fijos, elección respaldada por el test de Hausman, al presentarse problemas de heterocedasticidad y autocorrelación se corrigen estos errores con una estimación por el método de cluster y se muestra cómo es el comportamiento de las cinco principales variables y de las demás agregadas a partir de la revisión de literatura. Como conclusión se confirma la hipótesis de beta convergencia para el grupo de países de la muestra, y la significancia estadística del gasto social, la inversión total y el ahorro interno bruto, todas medidas como porcentaje del PIB y la tasa de inflación medida desde el deflactor del PIB.

## **Introducción**

El término de convergencia económica surge a mediados del siglo XX, con el economista Gerschenkron (1952), quien no habla de convergencia como una tasa de crecimiento, si no que toma el término como un concepto de atraso económico e industrial de los países. Más adelante en la década de los 80's y 90's surgen otros autores como Baumol (1986), Sala-i-Martin (1990), Quah (1996) y Temple (1999) quienes empezaron a tomar la convergencia desde un punto de vista de crecimiento económico. Sin embargo, fue Sala-i-Martín quien realizó un modelo empírico de la convergencia económica refiriendo a que los países pobres crecerán con más rapidez y solidez que los países ricos, esto se debe al supuesto de rendimientos marginales decrecientes de capital, es decir, que los países subdesarrollados crecen a tasas más grandes que los países líderes en la economía.

En la actualidad el tema de convergencia económica se podría definir como un crecimiento más acelerado en las diferentes variables macroeconómicas entre los países “pequeños” a comparación de los “grandes” con el fin de igualar los niveles de PIB per cápita, por ende, a lo largo de la historia los países han buscado implementar diferentes políticas para alcanzar una convergencia. Es decir, los países más competitivos y con mayor progreso técnico son los que más crecen.

La razón por la cual se realiza esta investigación, es el cuestionamiento: ¿Qué variables podrían influir en una convergencia económica entre las grandes potencias de América latina?, tomando como ejemplo los siguientes casos: el llamado “los tigres asiáticos” situado en el este de Asia y conformado por Corea de Sur, Singapur, Hong Kong y Taiwán, donde se evidencia altas tasas de crecimiento y de desarrollos industriales entre 1998 y 2016, llegando a disminuir la brecha en términos de PIB per cápita con las grandes potencias económicas.

El otro caso en estudio y el cual se ha tomado como principal referencia es la Unión Europea, evidenciando allí altas tasas de crecimiento desde su unificación de políticas. Por lo tanto, un estudio de convergencia aproximaría a observar cómo Colombia y otros países latinoamericanos, a partir de unas variables directamente relacionadas con el crecimiento, podrían aumentar su PIB per-cápita y de igual manera su crecimiento económico.

El objetivo de la investigación es identificar qué variables podrán explicar el fenómeno de la convergencia económica en las economías más grandes de Latinoamérica. Para ello se realiza una descripción de las principales variables consideradas en la literatura económica y expertos en el tema, que logren explicar el crecimiento económico de los países. Una explicación de los principales postulados de la teoría económica que explican el crecimiento y la convergencia económica de los países, y un testeo mediante un modelo econométrico. Las variables más relevantes que explican el fenómeno de la convergencia económica en las economías más grandes de Latinoamérica. Todo esto con el fin de resolver la pregunta: ¿Existirá una convergencia económica entre Colombia y las potencias latinoamericanas (Brasil, México y Chile)?

El trabajo está organizado de la siguiente manera, en una primera se habla de una revisión de literatura a nivel nacional e internacional sobre la convergencia. Más adelante se expone el marco teórico con diferentes teorías de crecimiento tanto exógenas como endógenas; en la tercera sección encontramos la metodología de la investigación donde se exponen los datos utilizados en el estudio, la estimación del modelo y como tener en cuenta los problemas de heterocedasticidad y autocorrelación; seguido se plantean los resultados del trabajo y las conclusiones. Finalmente se termina con la bibliografía y un conjunto de anexos tenidos en cuenta en el trabajo.

## **Revisión de literatura a nivel nacional e internacional sobre la convergencia**

Para la investigación se comparó artículos donde se aborda el tema del crecimiento económico o convergencia económica, quienes en algunos casos poseen un modelo econométrico para explicar dicho tema. Se estudia la convergencia económica por regiones, como lo son: Zona Euro, América latina, Centro América, Norte América y Asia; las cuales muestran una evidencia empírica de convergencia. Como complemento en el anexo 2 se adjunta un cuadro en el cual se expone el efecto de las variables en los modelos de: Galindo y Catalán (2003), Maynou, et al. (2013), Mayoral (2010), Hernández Laos (2004).

### **Zona euro:**

Iniciando por el artículo escrito por Maynou, Sáez y Bacaria (2013), que toma un horizonte de tiempo de 20 años, donde se evalúan 17 países de la región que componen la zona euro, evaluando variables como: PIB, productividad y gasto público. La estimación se hizo por medio de un modelo de corrección de error, encontrando beta-convergencia significativa en el PIB per-cápita de los países de la zona euro, pero no se encontró convergencia en la productividad. Para el crecimiento en el PIB per-cápita la variable que más influenció fue el gasto público y lo que más afecta en términos negativos tanto en productividad como en PIB es un aumento en las exportaciones.

Dada la metodología adoptada por este trabajo, se decide profundizar en estudios realizados con base a estimaciones de panel de datos, donde resaltan los trabajos realizados para la unión europea y sus regiones, en los que se encuentran los siguientes artículos.

Uno de los más importantes es el trabajo de Arbia y Piras (2005), el cual estudia la convergencia per cápita (GDP) a través de 135 regiones de Europa pertenecientes a 10 países: Bélgica, Dinamarca, Francia, Alemania, Luxemburgo, Italia, Países bajos, Portugal, y España, durante un

periodo de tiempo comprendido entre 1980 y 1995. Teniendo en cuenta como variable dependiente una tasa de crecimiento y variable independiente el PIB per cápita, los autores proponen una estimación de convergencia del GDP per cápita a través de Europa usando econometría espacial, con auto correlación espacial del error del modelo de Anselin (1988) y Elhorst (2003). Lo que les permitió extender el modelo tradicional de beta convergencia donde se incluye un tratamiento metódico de la correlación espacial entre los términos que se interceptan, para así lograr observar la evidencia del concepto de convergencia espacialmente condicionada.

Los autores parten de la estimación de panel de datos con efectos fijos o regresión entre los países, el enfoque de efectos fijos hace que se dependa de un diferente intercepto para cada región y todas las diferencias en las tasas de crecimiento. No obstante, la metodología usada por los autores permitió ampliar los modelos tradicionales, en el que se consideró un tratamiento específico para la correlación espacial de los interceptos, donde se hizo un análisis riguroso de los residuos que se obtuvieron en los diferentes modelos. A través de los residuos, se realizó un análisis espacial teniendo como resultado considerar la dependencia espacial, el cual puede mejorar la fiabilidad de las estimaciones con relación a la velocidad de convergencia entre las regiones europeas.

Se toma como referencia el texto realizado por Soukiazis y Castroa (2004). El propósito de este documento se basa en poner a prueba la convergencia de los niveles de vida, la productividad, la inversión y el desempleo entre los países europeos durante los años 1970-2001. A partir de este análisis y utilizando técnicas de estimación de datos de panel, buscan demostrar la posibilidad de detectar cualquier influencia significativa (favorable o no) de las normas de Maastricht sobre la convergencia real. Las variables que se tomaron en cuenta para la estimación son: PIB per cápita, déficit público, deuda pública, inflación, tasa de interés de largo plazo, variación anual de la tasa de cambio, crecimiento de la inversión, crecimiento de la tasa de empleo.



El principal objetivo de estudio para este trabajo consistió en observar los efectos que tienen las restricciones del Maastricht en la convergencia real. Una vez realizadas las estimaciones los autores encuentran que estas restricciones no se pueden ignorar a la hora de hacer estudios sobre el crecimiento económico, debido a las normas que restringen la política económica y las orientaciones que se le dan a las instituciones.

De igual manera, se evidencia que los efectos de estas medidas son significativos en los casos de estudio de convergencia real que se trataron en esta investigación. Se observa que la variable ficticia o dummy que se usó para la aproximación con el fin de observar el efecto del período posterior al Maastricht, tuvo resultados diferentes según la variable que se usó para medir la convergencia real. Al analizar la renta per cápita demuestra que, a pesar de su efecto negativo, no se logra precisar su claridad en las pruebas, debido a la falta de significación estadística.

Sin embargo, cuando se realizaron las estimaciones separadas de los períodos comprendidos antes y después de Maastricht, muestran que luego de este, la convergencia per cápita acontece a un ritmo más lento, donde se produjeron efectos negativos en el comportamiento de la inversión y el desempleo; aunque al analizar lo ocurrido antes de Maastricht, hubo una influencia positiva en el proceso de convergencia con respecto a la productividad en la unión europea.

### **Centro y Norte América:**

El artículo de la CEPAL escrito por Galindo y Catalán (2003), comprende un análisis entre 1980 y 2012. En este se utiliza un panel de datos con algunos países de centro América, empleando un modelo de corrección de error o auto regresivo, en el cual se toma una variable dependiente que es el PIB y variables independientes como: consumo privado, inversión total, gasto público, exportaciones e importaciones y el modelo econométrico se especifica con 6 economías: Costa Rica, Guatemala, Honduras, Panamá, Nicaragua y El Salvador. En los principales hallazgos se

encuentra que, las economías de Centroamérica en las últimas dos décadas han evidenciado cambios estructurales importantes en sus variables macroeconómicas, pero en este estudio se obtiene evidencia empírica de patrones sistemáticos en estas variables. Se observa un crecimiento económico en la mayoría de estos países en estudio con una auto correlación entre ellos. Se concluye los dos factores fundamentales que explican de mejor manera el ritmo de crecimiento de esta región: la inversión doméstica y la evolución de la economía de Estados Unidos.

Continuando con el análisis, en el texto escrito por Hernández Laos (2004) para México y Estados Unidos, las principales variables en este artículo son: el PIB, la tecnología, el capital, la productividad y la población, donde se realiza un estudio por medio de la metodología de panel de datos dinámicos. Los principales hallazgos son que el crecimiento económico de Estados Unidos fue apresurado en el siglo XIX, pero con perturbaciones debido a la gran depresión de los años 30, la cual provocó que el crecimiento no fuera continuo y uniforme para el siglo XX. Por otro lado, se tiene que el avance de la economía mexicana no presenta las mismas cualidades del crecimiento de Estados Unidos, ya que se evidencia que el crecimiento fue efímero durante gran parte del siglo XIX, aunque hubo una expansión económica derivada de la época del porfiriato, tiempo después la economía se contraería nuevamente hasta la cuarta década del siglo XX. Así, con el resultado de un crecimiento hacia adentro se manifiesta la imposibilidad de México de certificar una expansión continua y sólida a largo plazo como la de Estados Unidos.

### **Asia:**

En Riverol y Delgado (2017), se plantea una comparación entre países del este de Asia (Singapur, Corea del sur, Hong Kong y Taiwán) y países de América latina (Brasil, Chile, Colombia y México). En el trabajo en la página 197 se hace un análisis exploratorio de datos (A.E.D) y una

regresión econométrica con datos de series de tiempo, en un modelo de regresión simple, mediante estimadores MCO, tomando como principales variables el PIB per-cápita, el capital físico, la población, la inversión extranjera directa, el comercio internacional y la paridad del poder adquisitivo. Los principales hallazgos evidencian que la variable más significativa es la inversión extranjera directa. Para entender el lento crecimiento de la región de América latina, sus crisis macroeconómicas son fundamentales, anulando los efectos positivos del periodo de convergencia, generando promedios de crecimiento bajos de largo plazo debido a sus economías volátiles.

### **Latino América:**

El texto realizado por Mayoral (2010), comprende un periodo de tiempo entre 1950 y 2008. Se analiza el modelo utilizando estimadores de método generalizado de momentos de sistema (GMM SYS) y el test de Hausman, a través de una investigación de beta y sigma convergencia, se parte de la función de producción neoclásica con tecnología. Se utiliza una metodología de datos de panel dinámicos, tomando como variable dependiente el PIB, y como variables independientes la tecnología, el capital y el trabajo. Los resultados obtenidos en la estimación econométrica muestran un lento proceso de convergencia en los países de América latina hasta el año 1985, principalmente en los niveles de renta per-cápita; también muestra que a partir de este año, el proceso de convergencia se vuelve más dinámico y se da una dispersión en los niveles de renta, dando como resultado un beta convergencia condicional y llegando a la conclusión que los principales factores de esta tasas de crecimiento son la tasa de inversión y el gasto público.

### **Análisis de convergencia por país:**

Como el fin de la investigación es analizar una convergencia económica entre las cuatro principales potencias económicas de América latina (Chile, Brasil, México y Colombia), se procede a realizar una investigación sobre una convergencia regional al interior de cada país.

#### **Chile:**

Se analiza el estudio para Chile realizado por Aroca y Bosch (2000). En este se toman como principales variables: PIB per cápita de las regiones, ubicación geográfica, características específicas de cada una de las regiones y clústeres; utilizando un método de estimación de datos panel con la inclusión de efectos fijos. En el estudio se concluye que existe una alta interdependencia espacial; es decir, se forman dos grupos de regiones o “clústeres” con características opuestas, donde cada grupo estaría teniendo una convergencia en común. Se explica que las diferentes regiones crecen con un ritmo similar a sus regiones vecinas; por lo tanto, las regiones que limitan con las zonas de mejor economía tendrán un crecimiento más acelerado (un buen nivel en el PIB per cápita). Caso contrario con el grupo de regiones que tienen un PIB per cápita relativamente bajo.

#### **Brasil:**

Se indagó el texto escrito por Ferreira y Diniz (1995). Allí se evidenció que las principales variables del estudio fueron: como dependiente el ingreso per cápita de las regiones brasileñas y como independientes están la participación de la población de la región y la participación de la renta del estado en la renta interna. La metodología utilizada es una regresión lineal para cada región y este trabajo fue realizado para un período que abarca desde el año 1970 hasta el año 1985. Como resultado se encontró que regiones como Sao Paulo y Rio de Janeiro tienen una renta per

cápita significativamente superior a la media del país demostrando un posible club de convergencia. Por otro lado, varios estados del Noreste con rentas per capita reducidas, presentaron tasas de crecimiento económico superiores a la media brasileña, demostrando así una convergencia dentro del país. El análisis desarrollado también da como resultado, un impacto regional de los cambios estructurales, sugiriendo así una tendencia a la continuación de la convergencia de las rentas per capita estatales.

### **México:**

Se analizó el texto de Rodríguez, Mendoza y Vanegas (2016). En este artículo se analiza la hipótesis de convergencia regional en México para el periodo 1970-2012, por medio de un modelo de crecimiento no lineal. Allí la metodología empleada combina tres enfoques: el modelo panel auto regresivo de umbral (TAR), las pruebas de raíces unitarias en panel y el cálculo de los valores críticos a través de la simulación bootstrapping y las variables principales son: el PIB per cápita de los grupos de los estados mexicanos y el gasto público. El principal hallazgo es una existencia de convergencia del grupo de once regiones más ricas de México, lo que implica que no es conveniente tratar a todos los estados por igual en el análisis empírico.

### **Colombia:**

Para el caso colombiano se consideran cinco trabajos que tienen como tema principal una convergencia económica de Colombia por regiones o departamentos, los cuales fueron elaborados por:

- Cárdenas, Pontón y Trujillo (1993).
- Gómez (2006).
- Vásquez y Bara (2009).

- Bonet y Adolfo (2001).
- León (2013).

Donde se observa una similitud en las variables, en la metodología y los principales hallazgos. En cuestión de las variables, se tienen en cuenta en todos los textos como una de las variables principales el PIB per cápita por región o departamento y una tasa de crecimiento económico. Sin embargo, en los textos de León (2013) y de Cárdenas et al. (1993), comparten como variable de estudio la densidad poblacional.

En términos de metodología, el 60% de los textos estudiados, realizan una estimación por medio de panel de datos, pero con la diferencia de que utilizan diferentes métodos, por ejemplo: el texto de Vásquez y Bara (2009) se estima mediante un panel de datos dinámicos con efectos fijos, mientras que los otros textos se estiman por un panel de datos, una regresión no lineal y por cortes transversales, escritos por Cárdenas, et al (1993), y por Gómez (2006) respectivamente.

Pasando a los principales hallazgos, en los cinco textos se concluye una idea de la existencia de una división de los ingresos en las regiones del país. En los textos de Vásquez y Bara (2009) y León (2013), se llega a un resultado de una presencia de clubs de convergencia en el país, es decir, se forman grupos de regiones con unas características similares y un mayor crecimiento. También se comparte para todos los artículos como uno de los principales análisis la beta y sigma convergencia.

En conclusión, en la revisión de literatura se puede observar que las variables que más coinciden en los estudios son: las exportaciones e importaciones de bienes y servicios, el gasto público, inversión total, inversión extranjera directa y ahorro, en términos de análisis por regiones. Por otra parte, el análisis que se realiza de manera individual de los principales países, se encuentra dos

hallazgos: en primer lugar, se observa que en todos los países (Brasil, Colombia, Chile y México) hay clubs de convergencia, formando regiones con un mayor crecimiento que otras; en segundo lugar, una de las principales variables que se toma en todos los estudios de las economías mencionadas, es el PIB per cápita de todas las regiones de cada país.

## **Marco teórico**

En la literatura empírica del crecimiento económico uno de los temas centrales es el estudio de la convergencia económica, con el fin de explicar los componentes determinantes en pro del desarrollo o el rezago económico de naciones o regiones específicas. Sin embargo, este término es estudiado desde diferentes enfoques o escuelas de crecimiento.

Uno de los primeros trabajos del análisis de la convergencia económica surge con un estudio del economista Gerschenkron (1952). El trabajo estudia el atraso económico e industrial de países ya desarrollados, donde se propone que las naciones al llegar a un punto límite de crecimiento seguían desarrollándose, pero a una tasa menor, mostrando que existía un atraso al no seguir creciendo de manera exponencial. También propone que para retomar este camino es importante aumentar el stock de capital, el capital humano y los recursos económicos.

Como afirma el trabajo “crecimiento y convergencia económica: una revisión para Colombia”. Leon (2013) los principales trabajos a nivel internacional en convergencia son: Solow y Swan (1956), Baumol y Wolf (1988), Romer (1986), Dowrick y Nguyen (1989), Lucas (1988), Levine y Renelt (1992), Barro y Sala- I-Martin (1990, 1991 y 1992) y Quah (1993). En el trabajo de Solow y Swan (1956) se establece el inicio de una nueva teoría neoclásica del crecimiento conocido como el modelo exógeno de crecimiento, que insta a que una economía no debería ser exclusiva de la demanda, sino que se debería basar en la oferta, la productividad y la inversión. Más adelante, Baumol y Wolf (1988) y Lucas (1988) renuevan el marco expuesto por Solow y Swan destacando la importancia de los determinantes del crecimiento a largo plazo, con esto logrando marcar un nuevo inicio de la teoría del crecimiento. Despertando mayor interés en los



problemas de crecimiento y desarrollo a largo plazo, a su vez constituye una renovación del modelo crecimiento tradicional.

Además, los economistas Gutiérrez, Rendón y Álvarez (2004), resaltaban lo siguiente sobre el modelo de Solow: *“el modelo simple elaborado por Solow-Swan modelo que sirvió y que sigue sirviendo como marco analítico para el desarrollo de otras investigaciones teóricas que analizan algunas cuestiones abstractas relativas al funcionamiento del sistema económico de mercado, aun cuando tiene como punto de referencia al modelo de Harrod, modificó la problemática de conjunto: Si el modelo de Harrod es en esencia un modelo de demanda, en el cual el crecimiento es función del consumo o de la inversión, el modelo de Solow-Swan se caracteriza por ser un modelo de Oferta en el cual los problemas de mercado están ausentes, el ahorro es igual a la inversión y además, por hipótesis, la ley de Say es verificada. Antes de pasar a la formalización del modelo de Solow-Swan, cabe hacer mención de que, en la literatura sobre crecimiento económico, este modelo se conoce como modelo neoclásico, sin embargo, también es clasificado dentro de la llamada síntesis clásico-keynesiana, y ha sido denominado neoclásico por oposición al modelo neokeynesiano de tipo Harrod.”* (Gutiérrez Londoño et al, 2004, p.18)

A inicios de la década de los 90, Sala-i-Martin (1990, 1991 y 1992) propone la distinción entre dos tipos de convergencia, las cuales son: beta-convergencia y sigma-convergencia. En primera instancia, se encuentra la beta-convergencia, que está relacionada con la velocidad en la cual los países pobres crecen con respecto a los países ricos. En un segundo lugar, se posiciona la sigma-convergencia, puesto que se ve condicionada a la existencia de la beta-convergencia; en ese sentido, la sigma-convergencia consiste en la disminución de las desigualdades y la dispersión entre los países.

Posteriormente, surgen dos nuevos conceptos relacionados con los anteriores: convergencia absoluta y convergencia condicional o relativa. La convergencia absoluta se fundamenta en la ausencia de la beta-convergencia y la sigma-convergencia; por su parte, para llegar a la convergencia condicional o relativa se deben analizar las economías de un grupo de países en los cuales sus instituciones y estados estacionarios se parezcan, para de esta manera descubrir una tendencia de convergencia a largo plazo. (León, 2013)

En las páginas 16 y 17 se toma información del texto de Sala-i-Martin “apuntes de crecimiento económico” (2000). Donde se retoma el modelo de crecimiento de Solow–Swan (1956), cuya característica principal es el trabajo con función de producción neoclásica, que cumple con tres propiedades fundamentales que son: posee unos rendimientos constantes a escala, una productividad marginal de los factores positiva, pero decreciente, y que cumple con las condiciones de Inada.

Para la obtención de la ecuación fundamental de crecimiento, se establecen unos supuestos que son: tasa de ahorro constante, tasa de depreciación constante, la población es igual al trabajo, el ritmo de crecimiento es constante ( $n$ ) y un nivel tecnológico constante. A continuación, se observa una función de producción Cobb-Douglas:

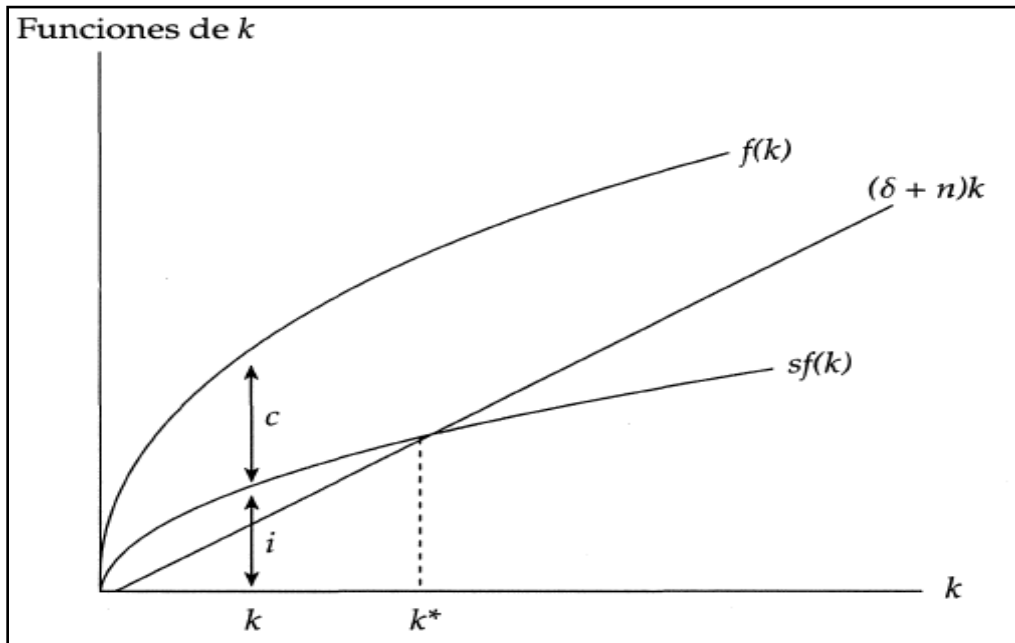
$$Y_t = AK_t^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

Donde  $Y_t$  es igual a la renta del país en un determinado tiempo  $t$ , los factores de producción  $K_t$  que es el capital y  $L_t$  es el trabajo; el factor  $A$  viene a ser la tecnología.

Luego de realizar los pasos estipulados en el texto de Sala-i-Martin (2000) se llega a la ecuación fundamental del modelo de Solow–Swan.

$$k_t = sF(k_t, A) - (\delta + n)k_t$$

Gráfico 1



Fuente: *apuntes de crecimiento económico*, Sala-i-Martin (2000). p.22. Gráfico 1.1. El estado estacionario en el modelo neoclásico de Solow–Swan.

Para el modelo de crecimiento de Solow-Swan la economía alcanzara al largo plazo un equilibrio conocido como estado estacionario. Este estado estacionario está ubicado en el punto  $k^*$  donde la tasa de ahorro y la tasa de depreciación son igual, es decir, el capital aumentara hasta el punto en que estas dos curvas se intercepten.

A continuación, se compara la teoría de crecimiento fundamental de Solow–Swan con otras teorías de crecimiento realizadas por economistas como: Ramsey, Barro, el modelo AK de Rebelo y el modelo de capital humano.

### **Comparación modelo de crecimiento de Solow-Swan con el de Ramsey:**

El modelo de crecimiento de Ramsey como tema principal micro-fundamenta el consumo y el ahorro, así llegando a eliminar la llamada ineficiencia dinámica del modelo de Solow-Swan. Este modelo se basa en la división de dos agentes importantes en la economía: las familias y las empresas. El primer agente tiende a permanecer en un horizonte de tiempo infinito o una “dinastía”. Pero, a comparación del modelo de Solow–Swan, el consumo y el ahorro de las familias no serán constantes debido a que existirá una tasa de descuento, la cual propone que las personas prefieren su propio consumo al de los demás en la “dinastía”, por ende, valora más el consumo actual al consumo futuro. Una de las mayores diferencias entre Solow-Swan y Ramsey, es que Ramsey propone una restricción presupuestaria que cambia a lo largo del tiempo, donde se tiene en cuenta activos, pasivos e intereses, pero al acabar esta “dinastía” se obtiene que no se dejan ni activos ni pasivos.

En términos de semejanzas, ambos modelos (Ramsey y Solow-Swan) analizan el crecimiento en términos per-cápita y los dos tienen un crecimiento exógeno. También, los dos modelos respetan los postulados neoclásicos de la función de producción mencionados en el modelo de Solow–Swan. La principal conclusión del modelo de Ramsey es cuando se obtiene un equilibrio entre familias y empresas, significa que el crecimiento de la economía será positivo, sin embargo siempre transitorio, porque a largo plazo se agota por los rendimientos decrecientes del capital al igual que lo propone Solow–Swan. Por último, Ramsey y Solow–Swan coinciden cuando proponen que el número de trabajadores y la población son iguales.

### **Comparación modelo de crecimiento con gasto público Barro – modelo endógeno**

El modelo de crecimiento de Barro (modelo de gasto público productivo), nos indica que la única forma de financiar al gobierno es por medio de la carga impositiva, lo que conlleva a menos ahorro e inversión, debido que se supone al igual que en el modelo de Solow–Swan que el ahorro es igual a la inversión; también una de las semejanzas es que se mira de manera per-cápita.

Este modelo incorpora el gasto público en la función de producción planteada, los impuestos, la tecnología, el capital y el gasto del gobierno crecen de una manera constante, por ende, se elimina el efecto negativo de los rendimientos decrecientes de capital, caso que no ocurre en el modelo de Solow–Swan; lo que concluye así un crecimiento estable a lo largo del tiempo, llegando a una situación de estado estacionario

### **Comparación modelo de crecimiento con AK rebelo – modelo endógeno**

En los modelos de Solow – Swan con el modelo de AK de Rebelo se ven diferencias muy marcadas a la hora de observar como se explica el crecimiento, en el modelo AK tenemos que la tasa de crecimiento puede ser positiva y hay crecimiento a largo plazo, sin necesidad de suponer que variables exógenas al modelo son las que hacen que la curva de crecimiento se desplace.

Como se mencionó antes en el modelo de Rebelo hay un crecimiento a largo plazo que se explica con las siguientes variables: tasa de ahorro( $S$ ), tasa de crecimiento del nivel tecnológico ( $A$ ) que son las variables de la curva de ahorro, y las variables de la curva de depreciación, donde ( $n$ ) hace alusión al ritmo de crecimiento de la población y ( $\delta$ ) que es el ritmo de depreciación del capital. Se expone que siempre ante un aumento del capital ( $K$ ) se tiene un ritmo de crecimiento positivo, debido que no hay rendimientos decrecientes a escala como sucede en el modelo neoclásico. En el modelo de Solow–Swan hay convergencia gracias a que los países pobres con menor tasa de capital

tienden a crecer a tasas más altas que los países con un mayor capital y por lo tanto, los países pobres tienden a igualar el nivel de PIB per cápita de los países ricos. Cosa que es completamente diferente en el modelo AK, que no distingue entre el nivel de capital alto o bajo, el crecimiento va a ser el mismo, lo que nos dice que no hay convergencia. Otra diferencia fundamental es que en el modelo Solow–Swan hay una dinámica de transición hacia el modelo estacionario y en el modelo AK siempre se está en estado estacionario.

### **Modelo de crecimiento con capital humano**

En el modelo AK se observó como el trabajo se podía convertir en un factor susceptible de ser acumulado, ya que este constituía una forma de introducir la tecnología AK. Para rebelo uno de los supuestos implícitos era que el capital físico y el humano eran bienes similares, ya que los dos podían ser acumulados; lo que constituye un problema para el modelo. En caso de desastres naturales se destruye capital físico, lo que reduce la relación de capital físico y capital humano  $K/H = \alpha / (1 - \alpha)$ . En lo que, al destruirse el capital físico, el modelo dice que se debe mantener esta relación siempre, para esto, una porción del capital humano pasa a ser capital físico, matemáticamente se puede explicar en el modelo AK, pero llevado a la realidad, este carece de sentido, el transformar a las personas en capital físico y viceversa. Allí es donde Uzawa y Lucas proponen una solución a este problema que radica en asumir que los capitales físicos y humano son bienes distintos producidos con distintas tecnologías.

Para esto crearon un modelo de dos sectores con crecimiento endógeno, el primer sector enuncia que al combinar el capital físico y humano se obtiene la producción final, que puede ser consumido o transformado en capital físico. El otro sector también enuncia que la producción y acumulación de capital humano, se origina a partir del capital físico y humano, pero este se hace con una

tecnología diferente de la que se emplea para la elaboración del producto final, explicado gracias a que en este segundo sector el capital humano es un bien rival, por lo que no puede ser usado a la vez en el sector de bienes finales y en el sector de educación.

En el anexo número tres se adjuntan un cuadro que evidencia las principales características de cada modelo.

## **Metodología de investigación**

### **Estudio de prospectiva**

En esta parte de la investigación se preguntó a varios expertos en este tema como: José De Gregorio reconocido economista e investigador de la universidad de Santiago de Chile, escritor de diferentes textos de macroeconomía y dedicándole capítulos enteros al tema de convergencia, Joseph Reymond Economista con artículos y textos especializados en convergencia, profesor de la universidad de Salamanca en España en la facultad de Economía, Roberto Zapata Villegas docente de la Universidad Pontificia Bolivariana en la facultad de Economía, Administración y Negocios con gran experticia en el campo de la prospectiva y las teorías macroeconómicas. Y por ultimo Juan Camilo Galvis Ciro, docente de la Universidad Pontificia Bolivariana en la facultad de Economía, Administración y Negocios con gran conocimiento en políticas macroeconómicas y con estudios en este tema en el exterior.

Después de recopilar todas estas variables mencionadas por dichos expertos se seleccionó las doce con más relevancia para esta investigación, las cuales son:

1. Inversión en Investigación y Desarrollo experimental (I+D).
2. Inversión en Ciencia y Tecnología.
3. Gasto Social como % del PIB.
4. Variación de la inversión privada.
5. Tasa de inflación.
6. Estabilidad y desempeño de las instituciones (índices de corrupción, gobernanza, buen gobierno).



7. Cuanto contribuye la convergencia institucional (por ejemplo, rule of law) a la convergencia total.
8. Preservación de reglas fiscal y monetaria en orientación a la política monetaria.
9. Mercado laboral plenamente formalizado y con bajos costos de “salario indirecto”.
10. La dinámica que alcance la productividad total efectiva (PTF), especialmente la innovación en la economía.
11. El nivel de calidad de educación parcial, educación desde básica hasta PhD excelente, comenzando con los docentes de todo el sistema educativo, sobre todo los del sector oficial.
12. La presencia de un estado pequeño pero muy eficiente.

Con estas variables sacamos una matriz con su respectiva relación, saliendo lo siguiente

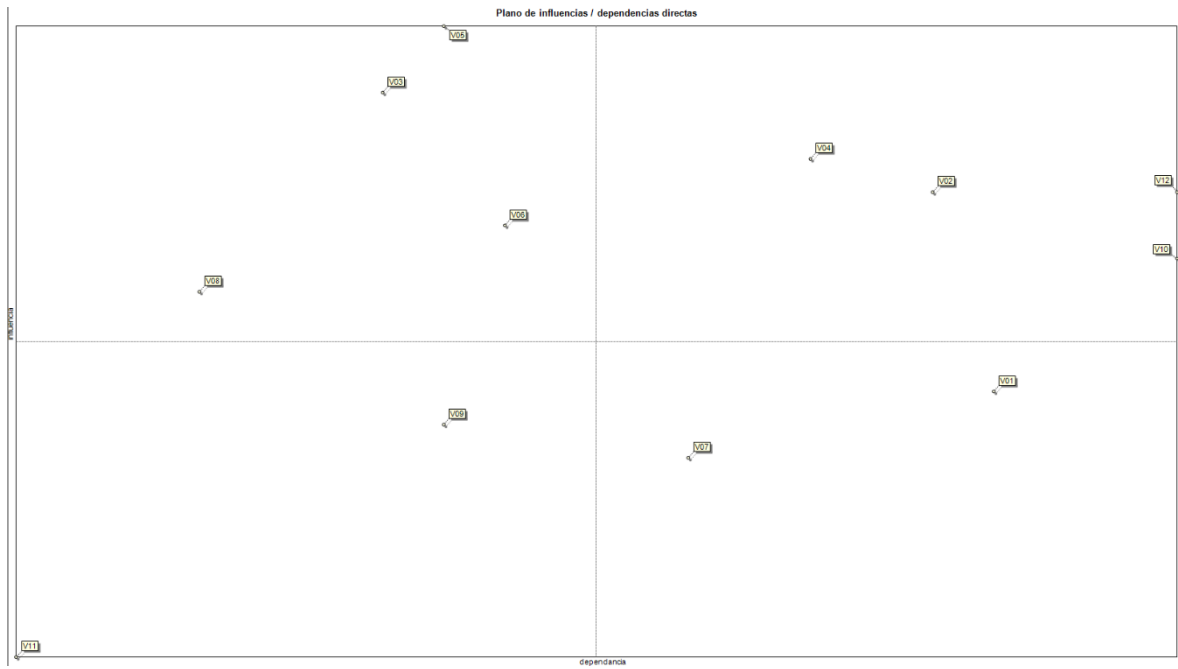
Tabla 1

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
V1	-	F	D	F	M	D	M	N	P	F	P	F
V2	F	-	D	F	M	D	M	N	F	F	F	F
V3	F	F	-	M	F	F	M	F	M	F	P	F
V4	F	F	M	-	M	M	N	M	F	F	M	F
V5	F	F	F	F	-	F	F	F	P	F	M	F
V6	M	M	F	M	F	-	F	F	P	P	M	F
V7	M	M	P	D	N	M	-	N	M	F	D	F
V8	M	M	P	P	F	F	M	-	M	F	D	F
V9	F	M	M	F	P	N	P	D	-	F	P	F
V10	F	F	P	M	M	D	F	M	F	-	P	F
V11	P	P	M	M	D	P	M	N	P	F	-	P
V12	F	F	F	F	P	F	F	P	F	F	P	-

Fuente: elaboración propia

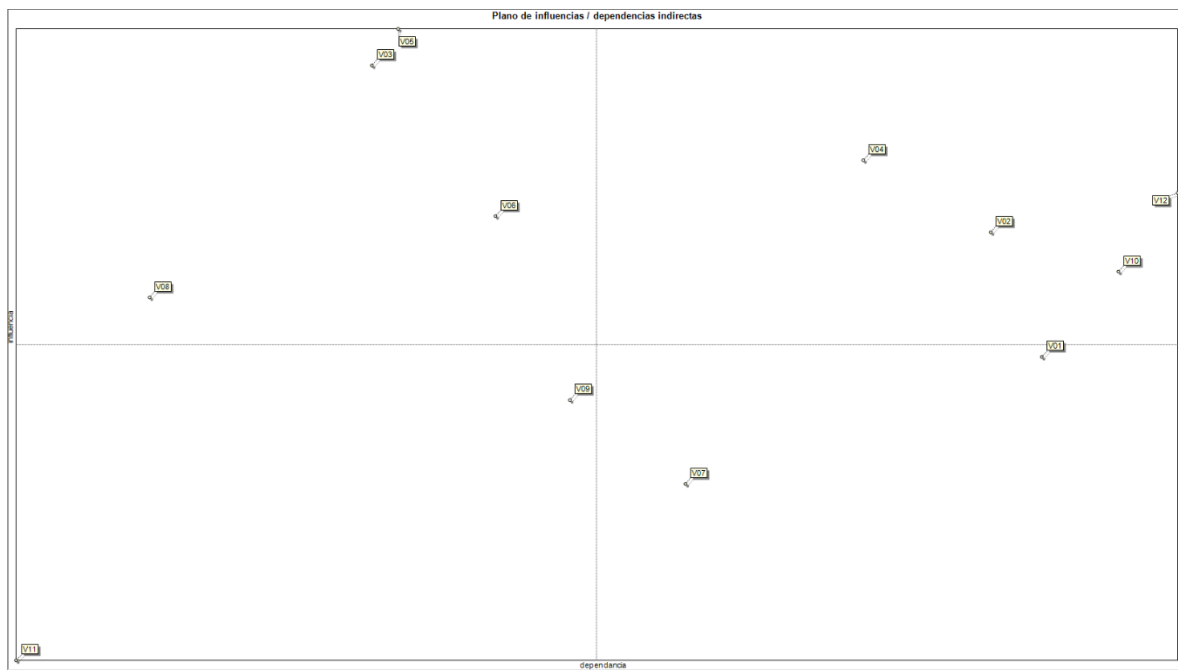
Ya con esta matriz realizada (Tabla 1), se procedió a ingresar los datos al software especialista en prospectiva llamado MicMac, el cual muestra como avanzarán estas variables en Cuatro horizontes de tiempo de cuatro años cada uno, llamados Mapa directo, Mapa indirecto, Mapa potencial directo y Mapa potencial indirecto (respectivamente gráficos 2 a 5).

Gráfico 2



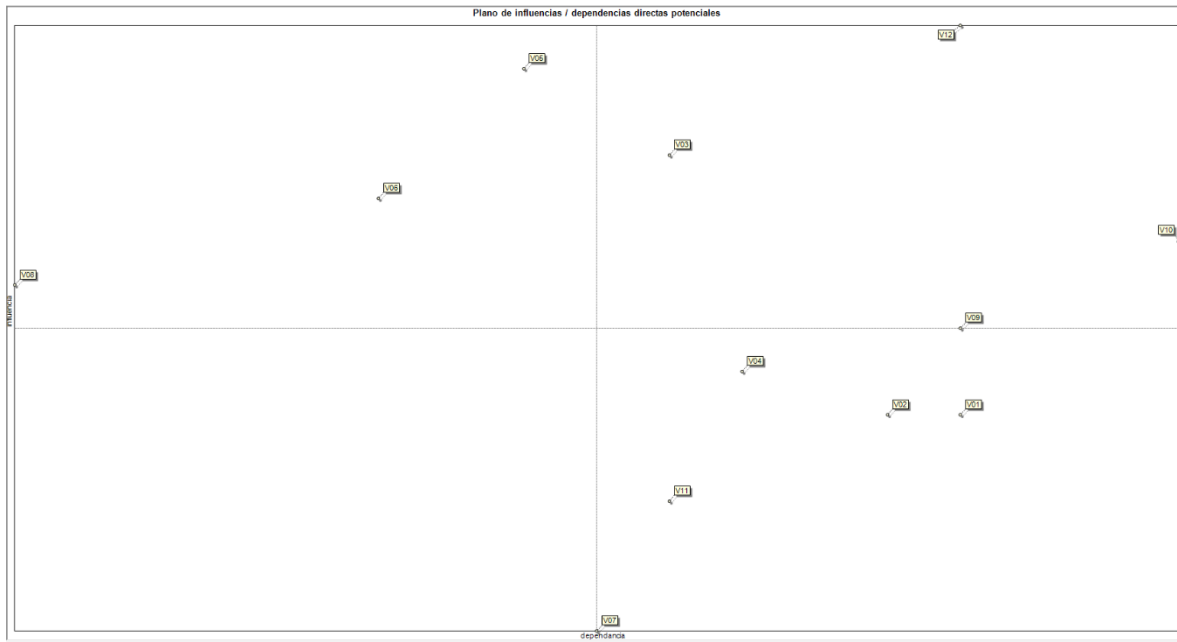
Fuente: elaboración propia en software MIC MAC

Gráfico 3



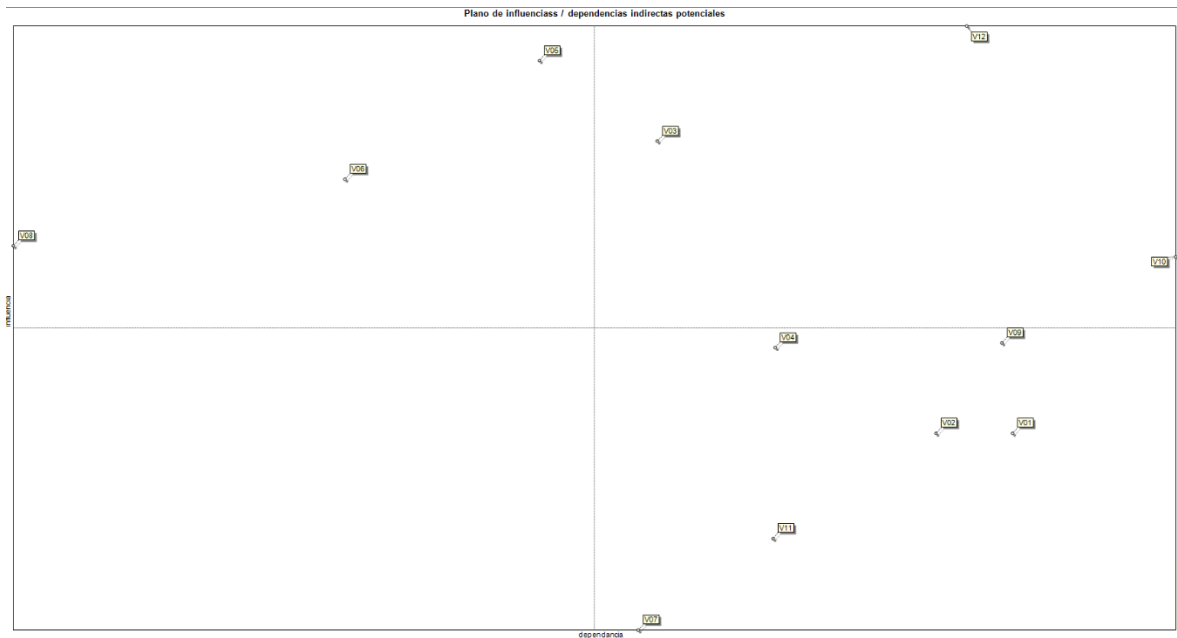
Fuente: elaboración propia en software MIC MAC

Grafico 4



Fuente: elaboración propia en software MIC MAC

Grafico 5



Fuente: elaboración propia en software MIC MAC

Se puede observar que a lo largo de estos periodos Colombia para poder cerrar la brecha existente entre este y los países de estudio, deberá apuntar principalmente a una buena organización del estado siendo eficiente y con buena toma de decisiones sobre las variables macroeconómicas del país como lo es inflación y gasto social como porcentaje del PIB, pensar en un aumento de la productividad y especialmente a la inversión en tecnología, ciencia e innovación, siguiendo el crecimiento de estas variables será un camino al cual podrá apuntar para converger con respecto a los países ya mencionados.

Para poder hacer el análisis en el software se eligen cinco de las doce variables, las cuales fueron las siguientes:

1. Inversión en Ciencia y Tecnología. (V02)
2. Gasto Social como % del PIB. (V03)
3. Variación de la inversión privada. (V04)
4. Estabilidad y desempeño de las instituciones (índices de corrupción, gobernanza, buen gobierno). (V06)
5. La dinámica que alcance la productividad total efectiva (PTF), especialmente la innovación en la economía. (V10)

En el anexo número cuatro se encuentra la continuación del estudio de prospectiva de elaboración propia.

## **Datos**

*“El instrumento tradicional y ampliamente utilizado para medir la convergencia es el análisis de beta-convergencia (regresión del nivel inicial de crecimiento). La beta-convergencia se define como la relación negativa entre el nivel de renta inicial y el crecimiento posterior de la*

*renta. Si los países pobres crecen más rápido que los países ricos, debería haber también una correlación negativa entre el nivel inicial de renta y la tasa de crecimiento.*

*El modelo general de la hipótesis de beta-convergencia fue originalmente especificado como un modelo de corte transversal:*

$$g_t = \alpha + \beta y_0 + u$$

$$u \sim N = (0, \sigma_u^2 I)$$

*donde  $g_t$  denota el vector (variable dependiente) de la media de la tasa de crecimiento en el periodo  $(0, T)$ ;  $y_0$  es el vector (variable dependiente) en el momento inicial,  $u$  es el término de perturbación, distribuido como una normal de media cero y homocedástico ( $\sigma^2$  es una constante); y  $\alpha$  y  $\beta$  denotan parámetros desconocidos” (Maynou et al, 2013, p. 202).*

No obstante, el objetivo de este trabajo es analizar qué variables pueden influir para una convergencia entre las grandes economías de Latinoamérica. Por ello, sólo se consideran 17 países de la región, para los cuales se tiene información entre los años 2000-2018. Estos datos fueron extraídos de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el Banco Mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

Para cumplir el objetivo se propone especificar un modelo de panel de datos, utilizando la hipótesis de beta-convergencia. Se ha escogido como variable dependiente el PIB-per cápita, PPA (GDPPC). Con esta variable dependiente se crea un modelo econométrico, con una matriz de variables explicativas, formada por diferentes variables económicas y sociales de la región latinoamericana.

Las variables consideradas, se basan en lo encontrado en la revisión de literatura y el análisis de expertos, las cuales son:

- Gasto en I+D como porcentaje del PIB (investigación y desarrollo) (InvDe): la variable consiste en el cociente entre el gasto por parte del Estado en I+D y el PIB del país.
- Inversión total como porcentaje del PIB (InvT): la variable es definida por el cociente entre la formación bruta de capital y el PIB del país.
- Índice de corrupción (IC): este índice es medido con los siguientes parámetros, siendo 0 un alta índice de corrupción y 100 un bajo índice de corrupción.
- Gasto social como porcentaje del PIB (GS): la variable es determinada por el cociente entre el total del gasto social por parte del Estado y el PIB nacional.
- Inflación, índice del deflactor del PIB (Inf): es la variación de los precios de una economía en un periodo, utilizando para ello el deflactor del PIB.
- Exportaciones de bienes y servicios como porcentaje del PIB(X): la variable es definida por el cociente entre el valor total de exportaciones y el PIB del país.
- Importaciones de bienes y servicios como porcentaje del PIB (M): la variable es definida por el cociente entre el valor de importaciones y el PIB del país.
- Ahorro interno bruto como porcentaje del PIB (s): la variable es definida por el cociente entre el ahorro interno bruto y el PIB del país.
- Inversión extranjera directa como porcentaje del PIB (IED): la variable es definida por el cociente entre la entrada neta de capital al país y el PIB del país.
- Gasto público en educación como porcentaje del PIB (GE): la variable es definida por el cociente entre el gasto del gobierno en la educación y el PIB del país.

- Desempleo total de la población activa (Des): porcentaje de la población activa total que no posee un empleo.
- Industrialización, valor agregado como porcentaje del PIB (Ind): la variable es definida por el cociente entre el índice de industrialización (evolución de la actividad productiva de las ramas industriales) y el PIB del país.
- Una variable Dummy que es igual a 1 si el país es Colombia, Brasil, Chile o México, con el fin de testear un efecto diferenciado en la convergencia de estos países.

Inicialmente se esperaba considerar la productividad total factorial expuesto en el estudio de prospectiva, pero debido a la falta de datos no se pudo incluir, por lo cual se reemplaza por la variable Inflación, índice del deflactor del PIB.

### Métodos de estimación

Para la estimación del modelo se considera estimar el panel de datos por los métodos tradicionales, pool, efectos fijos y efectos aleatorios. Luego, con la prueba de Hausman se hace para determinar cuál de los modelos es el más pertinente. Después de varias estimaciones elaboradas, se eligen dos, las cuales presentan mejores resultados para el fin de la investigación.

$$\frac{GDPPC_{it} - GDPPC_{it-1}}{GDPPC_{it-1}} = \alpha_{it} - \beta_{it} \log(GDPPC_{it-1}) - \gamma_1 (InvDe_{it}) + \gamma_2 (InvT_{it}) - \gamma_3 \log(IC_{it}) + \gamma_4 (GS_{it}) - \gamma_5 (Inf_{it}) + \gamma_6 (s) + \gamma_7 (IED) - \gamma_8 (Ind) - \gamma_9 (Des) - \gamma_{10} (GE) + u_{it} \quad (1)$$

$$\frac{GDPPC_{it} - GDPPC_{it-1}}{GDPPC_{it-1}} = \alpha_{it} - \beta_{it} \log(GDPPC_{it-1}) - \gamma_1 (InvDe_{it}) + \gamma_2 (InvT_{it}) - \gamma_3 \log(IC_{it}) + \gamma_4 (GS_{it}) - \gamma_5 (Inf_{it}) + \gamma_6 (X) - \gamma_7 (M) + \gamma_8 (IED) - \gamma_9 (Ind) - \gamma_{10} (Des) - \gamma_{11} (GE) + u_{it} \quad (2)$$

En el modelo el subíndice  $i$  indica país y  $t$  tiempo.

La ecuación (1) tiene una estructura de panel de datos conformado por una variable dependiente y 10 variables independientes. Esta regresión se realizó por pool, efectos fijos y efectos aleatorios, donde también se realiza el test de Hausman el cual respalda una regresión por efectos fijos.

La ecuación (2) tiene una estructura de panel de datos conformado por una variable dependiente y 11 variables independientes. Esta regresión se realizó por pool, efectos fijos y efectos aleatorios, donde también se realiza el test de Hausman el cual respalda una regresión por efectos fijos.

Después de realizar las regresiones, se procederá a ejecutar diferentes pruebas en busca de posibles problemas de heterocedasticidad y autocorrelación, en caso de que existan estos errores, se tendrán en cuenta por el método de Cluster, el cual consiste en segregar los datos en diferentes grupos con características similares. Esta agrupación de variables produce un estimador VCE en el panel, el cual es robusto, para así tener en cuenta la heteroscedasticidad transversal y correlación dentro del panel (serial).



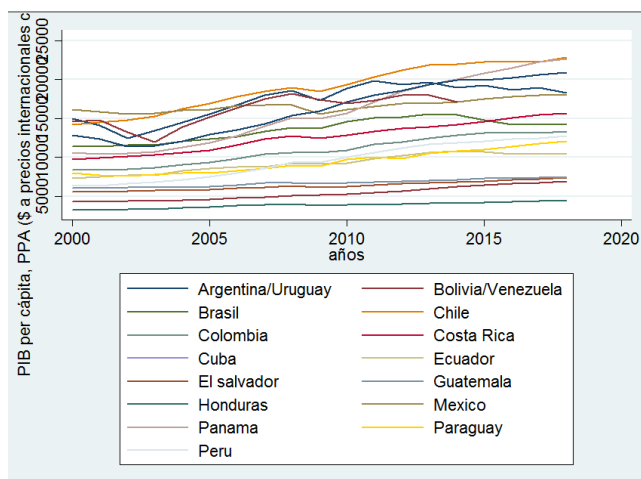
## Resultados

### Análisis descriptivo

En este apartado se presentan las gráficas conjuntas de cada variable estudiada y su respectivo análisis. Esto permitirá tener una visión general del comportamiento de cada una de las variables incluidas en el modelo, lo que facilita la interpretación de los resultados. Además, en algunas variables se procede a extraer ciertos países que están muy desviados de la media, para un mejor análisis del comportamiento de cada variable. No obstante, esto solo se hace por motivos descriptivos, en el caso de la estimación no se realiza esta separación.

### PIB per cápita PPA

Gráfico 6



Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

En el gráfico 6 se encuentra una tendencia de todos los países al alza y por lo regular persistente en el tiempo. Se evidencia un crecimiento del PIB per cápita por encima de la media por países

como Chile y Panamá, presumiblemente debido a que ostentan índices remarcables en cuanto a competitividad, libertad económica y desarrollo financiero.

**Gasto I+D como porcentaje del PIB:**

Gráfico 7

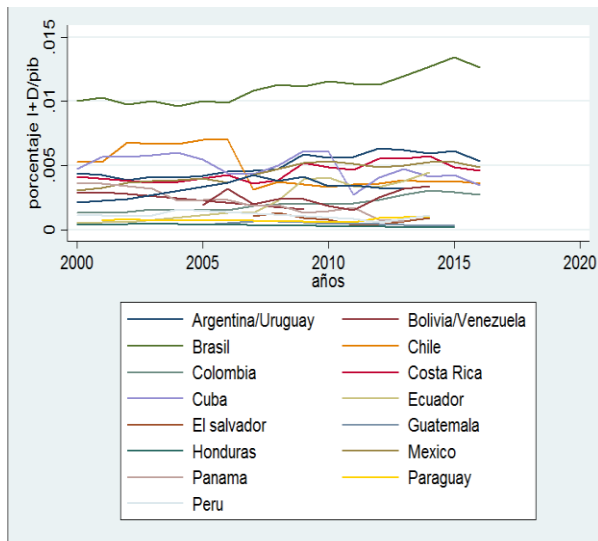
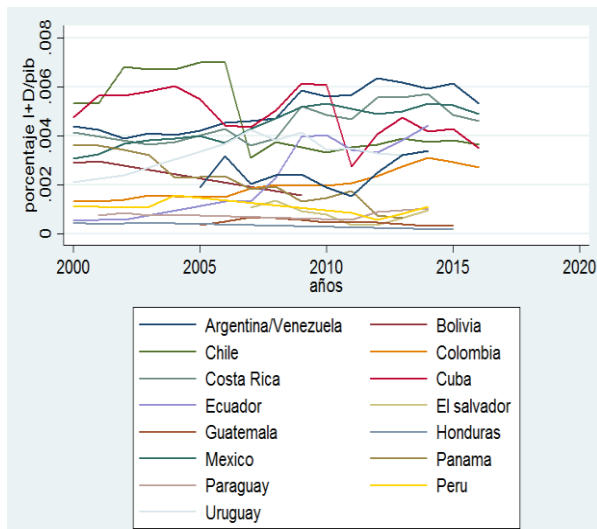


Gráfico 8



Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

En el gráfico 7 tenemos un comportamiento de la mayoría de los países de una manera convergente y promedio en los niveles de inversión en ciencia y tecnología. Brasil tiende a tener un porcentaje de inversión más alto que los otros países, por lo cual se decide extraerlo de la muestra para realizar el gráfico 8, y de esta manera poder analizar mejor el comportamiento de los países. Se observa que en el periodo de 2000 a 2005 Chile y Cuba, son los países que se desvían un poco de la media del porcentaje de inversión, con un nivel alto de inversión que posteriormente para el periodo entre 2006 y 2015 cae para seguir el mismo comportamiento de los otros países.

## Gasto social como porcentaje del PIB

Gráfico 9

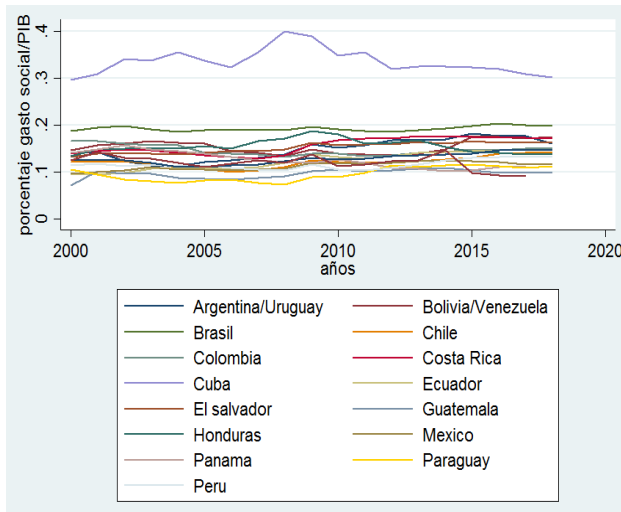
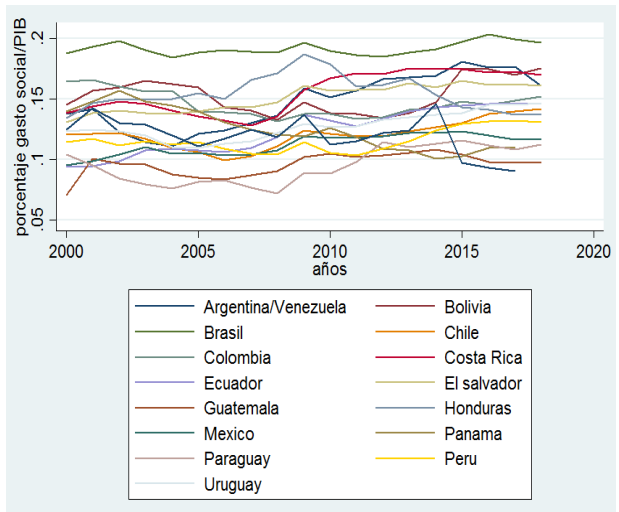


Gráfico 10



Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

En el gráfico 9 se denota que Cuba no se comporta en la media de los otros países, por lo que se decide extraerlo en el gráfico 10. Una vez se retira en el gráfico, tenemos que los países latinoamericanos en su gasto público tienden a comportarse de una manera similar; siendo Brasil el país con el mayor gasto público como porcentaje del PIB. Se denota que el nivel de gasto de los países estudiados es una tendencia plana o constante que se mantiene en el tiempo en un rango de valores.

## Inflación, índice de deflación del PIB:

Gráfico 11

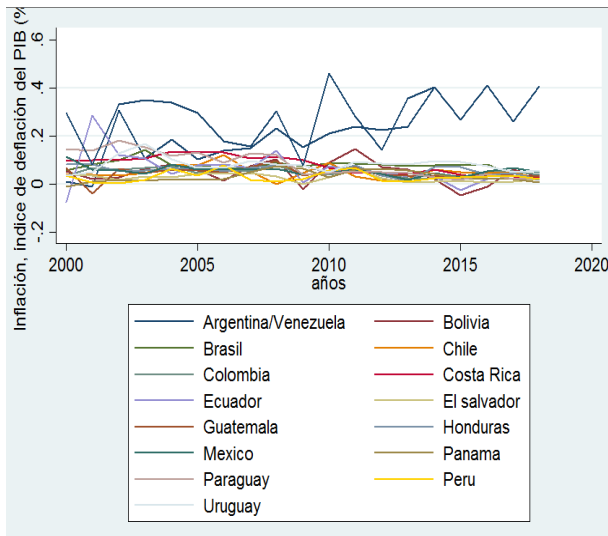
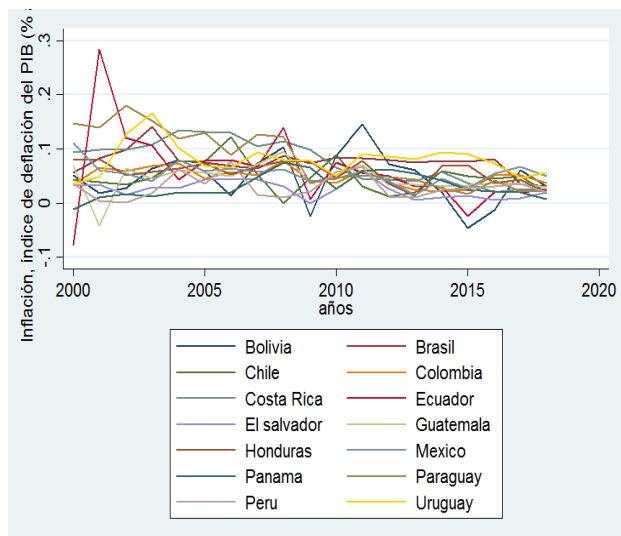


Gráfico 12



Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

En el gráfico 11 se encuentra un comportamiento similar por la mayoría de los países con variantes de parte de Venezuela y Argentina que como es bien conocido en los últimos años presentan graves problemas con el manejo de la inflación debido a la coyuntura que vive cada país. Por lo cual se decide eliminarlos en el gráfico 12, donde se evidencia un comportamiento más coherente y convergente de todos los países en el nivel de inflación.

### Índice de corrupción:

Gráfico 13

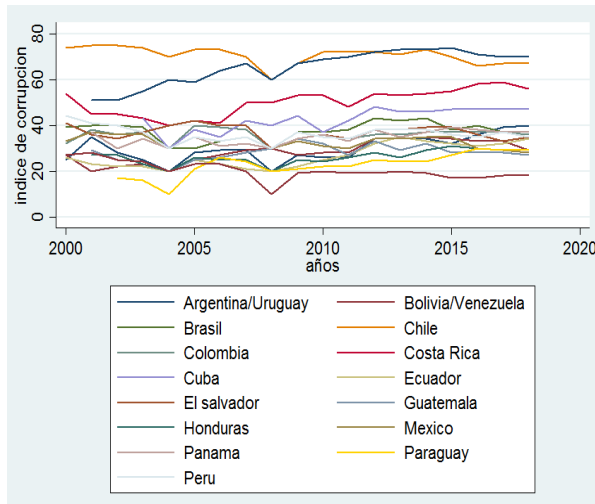
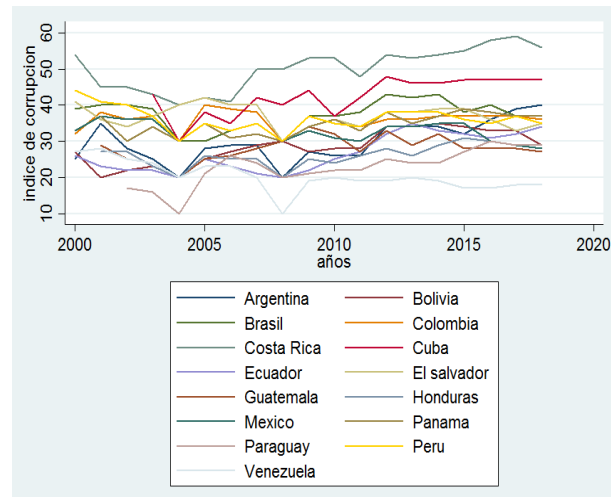


Gráfico 14



Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

Esta variable se mide siendo 100 un país sin corrupción y 0 un país con altos índices de corrupción, los países que mejor se encuentran en este ítem según el gráfico 13 son Chile y Uruguay; sin embargo, estos dos presentaron junto a otro grupo de países en el año 2008 una tendencia que significaba un aumento en la corrupción. En el año 2004 todos los países excepto El Salvador y Costa Rica tuvieron el mismo comportamiento antes mencionado. Por su parte, en el gráfico 14 se puede constatar que entre los países que presentan un alto índice de corrupción se encuentran: Venezuela, Honduras y Paraguay.

### **Inversión Total como porcentaje del PIB:**

Gráfico 15

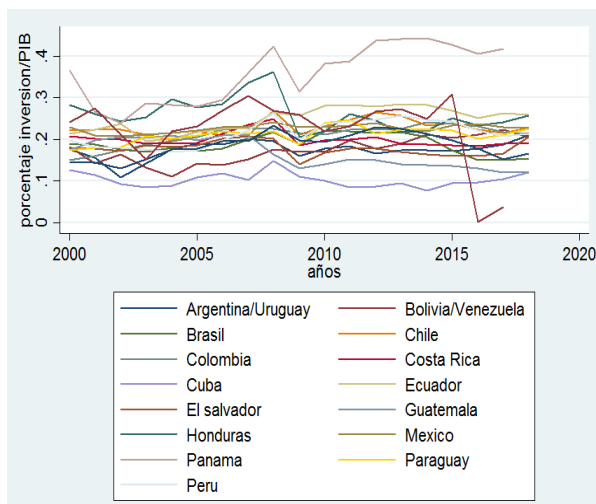
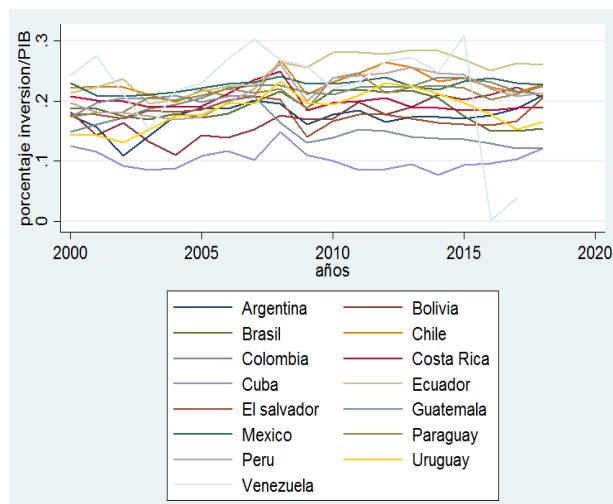


Gráfico 16



Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

En el gráfico 15 se observa que Venezuela presenta una disminución considerable en la variable después del año 2014. También se evidencia que todos los países mantienen una relación creciente a lo largo del tiempo, y se sufrió un retroceso en la tendencia durante el año 2009 con la crisis económica. México, Colombia y Uruguay son los que presentan un comportamiento más constante y creciente en el tiempo; de igual manera, vemos que Panamá y Honduras presentan un mayor porcentaje de inversión. Por lo cual se decide sacarlo de la muestra para poder ver más la relación entre los demás países. En el gráfico 16 se puede observar una convergencia positiva de todos los países, menos Venezuela, a partir de la crisis del año 2009,

### **Exportaciones de bienes y servicio como porcentaje del PIB:**

Gráfico 17

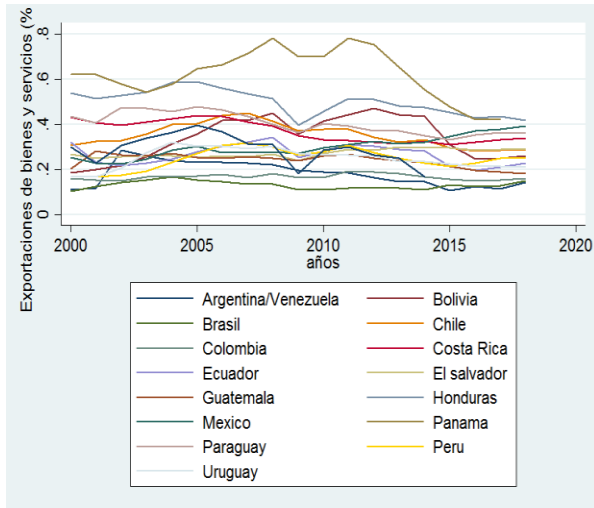
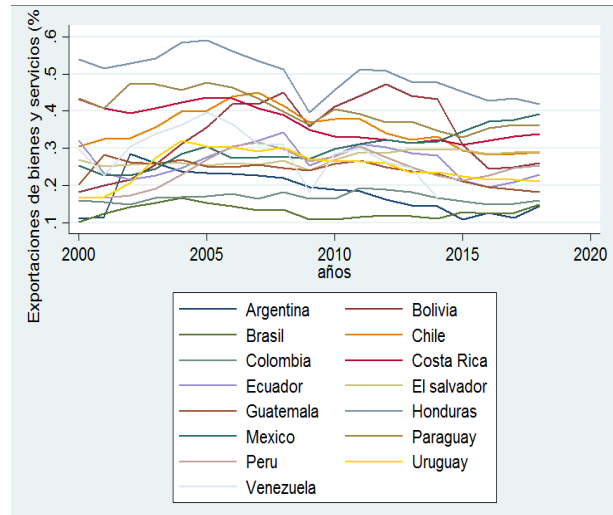


Gráfico 18



Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

En el gráfico 17 se ve una tendencia por el grupo de países a comportarse de la misma manera en el nivel de exportaciones como porcentaje del PIB, pero con una variante donde se observa que Panamá no se comporta en la media del grupo de países, Esta tendencia se mantiene en los periodos del 2000 hasta 2015.

En el gráfico 18 se elimina a Panamá para observar un comportamiento similar del grupo de países.

**Importaciones de bienes y servicios como porcentaje del PIB:**

Gráfico 19

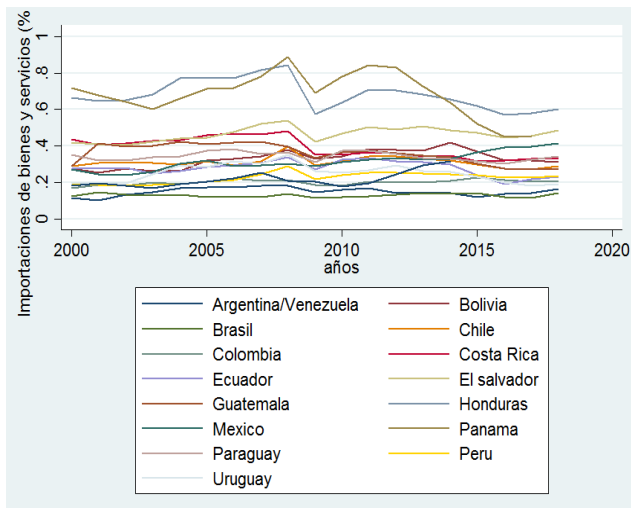
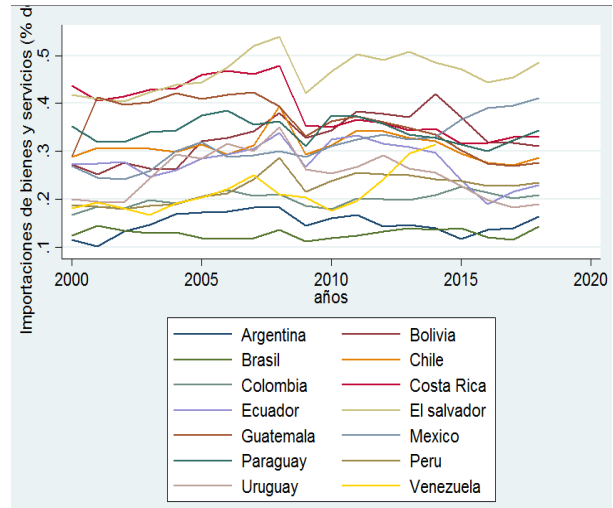


Gráfico 20



Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

En el gráfico 19 se tiene un comportamiento similar por la mayoría del grupo de países a estudiar con una variante de dos países que tienen niveles altos de importaciones que salen de la media, Honduras y Panamá. Estos tienen una tendencia similar que se mantiene a través de los años con una variante en 2015 con Panamá que reduce sus importaciones como porcentaje de PIB, llegando a mantenerse a niveles similares a la media. En el gráfico 20, en el que se puede ver que los países tienden a tener correlación en el comportamiento de sus importaciones y en los últimos diez años se ha consolidado casi en un mismo nivel en la mayoría.

**Ahorro interno bruto como porcentaje del PIB:**



Gráfico 21

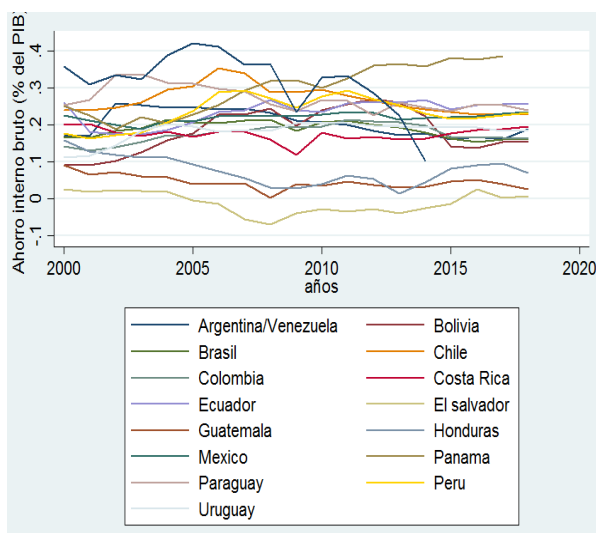
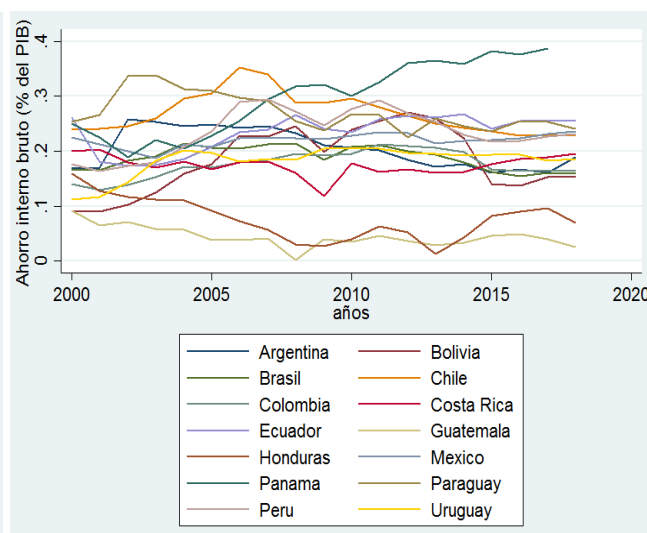


Gráfico 22



Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

Como se observa en el gráfico 21, Venezuela tiene una gran baja en el Ahorro a partir del año 2009, pero antes de esta caída, se puede evidenciar que, de todos los países en estudio fue el que más ahorro nacional tuvo hasta el año 2009. El salvador, en todos los años en estudio fue el que menos ahorro tuvo, encontrándose muy por debajo de la media. Se pasa en el gráfico 22 a eliminar del análisis de esta variable a Venezuela y El Salvador. Allí se puede observar que Panamá pasa a ser el país con mayor ahorro a partir del año 2010; Honduras y Guatemala se encuentran por debajo de la media y los países con un ahorro más constante son: Colombia, Costa Rica, Brasil y México mostrando un crecimiento constante en los 19 años de estudio.

**Inversión extranjera directa como porcentaje del PIB:**

Gráfico 23

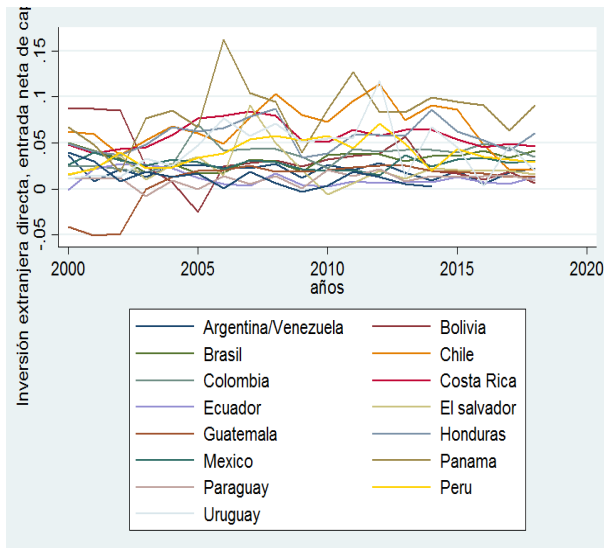
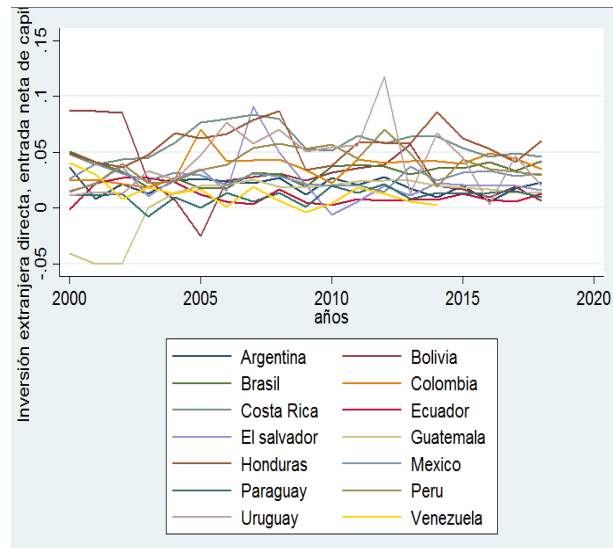


Gráfico 24

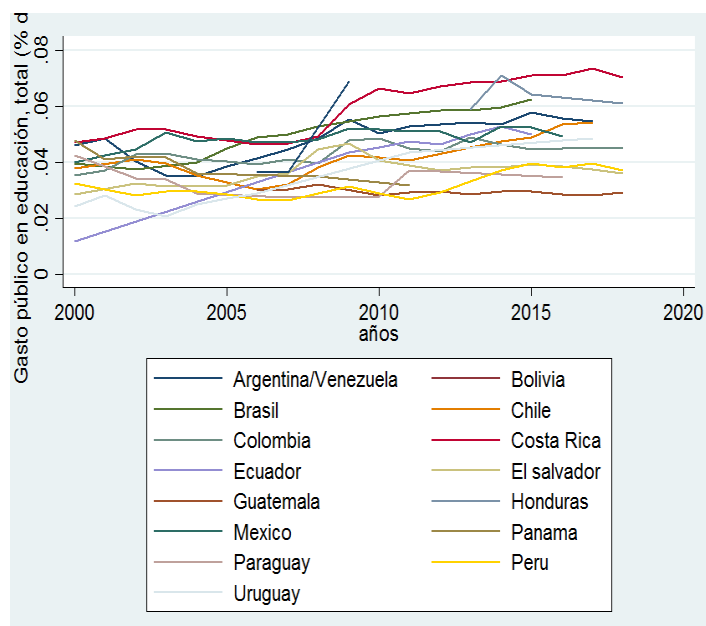


Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

En términos de inversión extranjera, en el gráfico 23 se encuentran países muy volátiles en esta variable, como es el caso de Panamá durante todos los años de estudio y Uruguay se encuentra esta gran volatilidad a partir del año 2012, en cambio países como: Chile. México, Ecuador, Argentina, Brasil, Colombia, presentan a lo largo del tiempo un crecimiento constante. Lo mismo pasa en el caso de Guatemala después de una gran recuperación en la inversión a partir del año 2004. Por ende, en el gráfico 24 se decidió sacar del análisis a Panamá y Chile, debido que tienen un comportamiento por encima de la media. En este análisis la IED de todos los países, fluctúan en un rango muy similar, pero se observa que Bolivia tiene una gran caída entre los años 2002-2008.

**Gasto público en educación como porcentaje del PIB:**

Gráfico 25



Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

En esta variable se observa en el gráfico 25 un comportamiento similar en los países de la región, con una tendencia paulatina al alza, países como Costa Rica, Brasil y Honduras tiene una prioridad importante por la educación en el gasto público total. Sin embargo, países como Guatemala, Panamá y Paraguay son caso contrario, ya que la educación no tiene prioridad en el gasto público, específicamente en Guatemala cuyo índice no sobrepasa el 4% del total del gasto público.

### **Desempleo total de la población activa:**

Gráfico 26

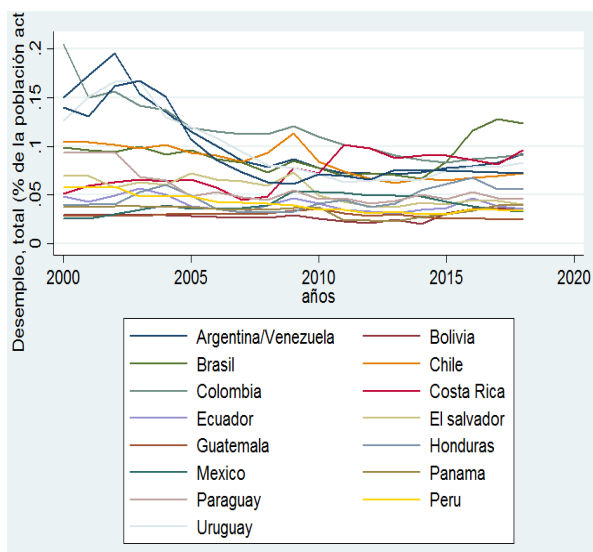
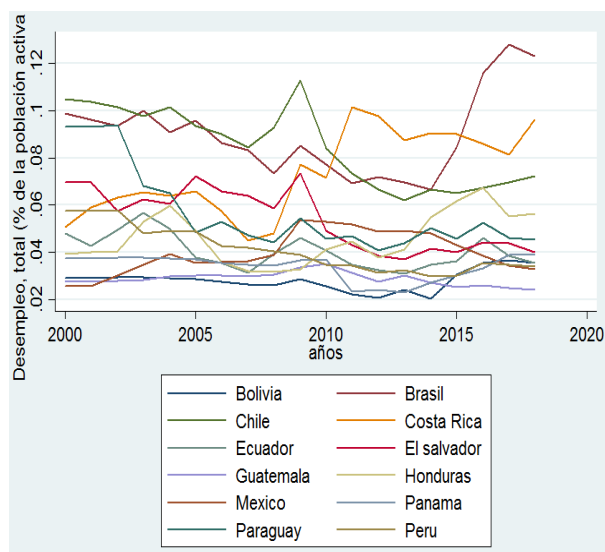


Gráfico 27



Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

En primera instancia se observa que en el gráfico 26 donde se encuentran todos los países, Venezuela, Argentina, Uruguay y Colombia, registraban una tasa de desempleo demasiado elevado alcanzando un máximo de un 20% de la cantidad total de la población activa. En consecuencia, a esto se realiza el gráfico 27, donde se eliminan estos países para facilitar el análisis. En esta se evidencia que Brasil en los últimos años ha tenido un alza considerable de este índice al igual que Costa Rica los cuales sobrepasaron el 10%. También se puede evidenciar que en el año 2009 países como Chile, Brasil, El Salvador, Paraguay y Costa Rica, tuvieron un mismo comportamiento teniendo un alza en el índice.

**Industrialización, valor agregado como porcentaje del PIB:**

Gráfico 28

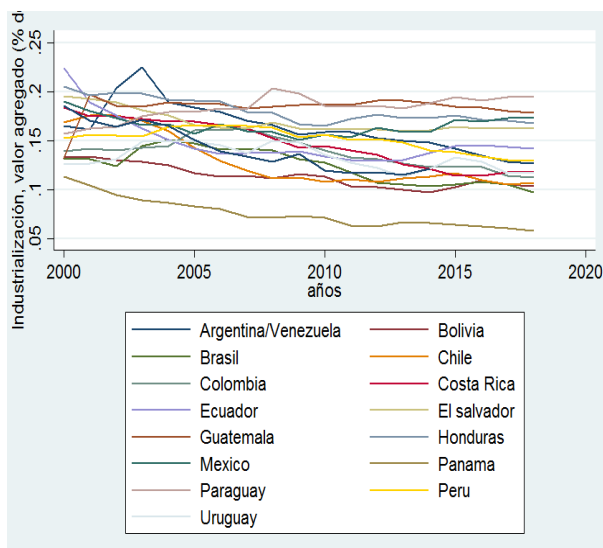
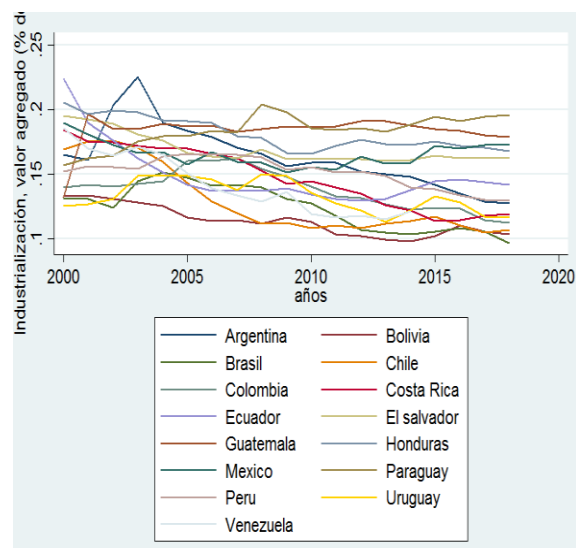


Gráfico 29



Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

En esta variable se obtiene un comportamiento similar representado en el gráfico 28, esto se debe a que el índice de industrialización en gran parte de los países viene con una tendencia a la baja, es decir, la industrialización ha disminuido su participación en el PIB. Uno de estos países y por lo cual optó por eliminarlo para profundizar el análisis fue Panamá, quien registra una disminución a lo largo de los años y una participación baja en este índice. Después de retirar a Panamá, se observa en el gráfico 29 un comportamiento dividido ya que, se evidencia que algunos países disminuyen la participación en el PIB de este índice de industrialización, caso contrario a países donde resaltan México, Guatemala, Paraguay y Honduras que mantienen una participación de este índice constante o con tendencia al alza.

En el anexo 1 se presenta unas tablas donde se ilustra la media, la desviación estándar, el mínimo y el máximo de las diferentes variables estudiadas.

## Estimaciones

Luego de haber analizado gráficamente el comportamiento de las variables incluidas en el trabajo, se pasa hacer la estimación del modelo. Para efectos de la estimación, se ha tomado la decisión de eliminar a Cuba debido a la falta de datos en la variable dependiente. De igual manera, se realizan dos estimaciones que explican mejor nuestra investigación, donde se toman las cinco variables principales. Sin embargo, en la primera se añaden las exportaciones de bienes y servicios como porcentaje del PIB, las importaciones de bienes y servicios como porcentaje del PIB, la inversión extranjera directa como porcentaje del PIB, índice de industrialización, valor agregado como porcentaje del PIB, el desempleo total de la población activa y el gasto público en educación como porcentaje del PIB (tabla 2).

Tabla 2

Estimaciones General

	Estimación 1	Estimación 2	Países agr~1	Países agr~2
GDPPC	-0.0000200*** (0.0000304)	-0.0000200*** (0.0000297)	-0.0000220*** (0.0000365)	-0.0000216*** (0.0000355)
InvDe	-3.035 (2.756)	-2.992 (2.691)	-2.976 (2.757)	-2.932 (2.694)
InvT	1.153*** (0.170)	0.541*** (0.116)	1.224*** (0.185)	0.571*** (0.122)
IC	-0.0287 (0.0173)	-0.0262 (0.0168)	-0.0267 (0.0174)	-0.0242 (0.0170)
GS	1.050*** (0.286)	1.014*** (0.277)	1.217*** (0.333)	1.152*** (0.320)
Inf	-0.135** (0.0473)	-0.131** (0.0457)	-0.124* (0.0486)	-0.122* (0.0470)
X	0.596*** (0.0909)		0.627*** (0.0962)	
M	-0.607*** (0.120)		-0.642*** (0.125)	
IED	0.346* (0.169)	0.352* (0.166)	0.361* (0.170)	0.364* (0.167)

Ind	-0.265 (0.209)	-0.286 (0.203)	-0.228 (0.212)	-0.257 (0.205)
Des	-1.038*** (0.144)	-1.030*** (0.140)	-1.046*** (0.145)	-1.037*** (0.140)
GE	0.609 (0.627)	0.645 (0.587)	0.618 (0.627)	0.656 (0.587)
S		0.599*** (0.0864)		0.624*** (0.0911)
GDPPC-grupos (dummy)			0.00000273 (0.00000280)	0.00000237 (0.00000273)
Constant	0.105 (0.0924)	0.0999 (0.0903)	0.0626 (0.102)	0.0636 (0.0996)
-----				
R-squared	0.637	0.645	0.640	0.647
AIC	-673.2	-678.4	-672.4	-677.4
BIC	-635.2	-643.3	-631.4	-639.3
F	16.21	18.50	15.03	16.99
Observations	138	138	138	138
-----				

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

Se realizó una estimación para dieciséis países de la región latinoamericana, con un número de observaciones de ciento treinta y ocho, con una metodología de panel de datos y con una estimación de efectos fijos, respaldado por el test de Hausman que se puede observar en el anexo 5 tablas 15 y 16. En la estimación 1, se arroja como resultados una significancia en el modelo por parte de las variables: desempleo total de la población activa, inversión total como porcentaje del PIB, exportaciones de bienes y servicio como porcentaje del PIB, importaciones de bienes y servicios como porcentaje del PIB, inversión extranjera directa como porcentaje del PIB, industrialización valor agregado como porcentaje del PIB, gasto social como porcentaje del PIB y la inflación, deflactor del PIB; según la prueba de significancia ( $t \geq 2$ ). De la misma manera se encontraron no significativas estas variables de mayor a menor según nivel de insignificancia: el

índice de corrupción, gasto en I+D como porcentaje del PIB y el gasto público en educación como porcentaje del PIB.

Como se puede constatar en la estimación 1, los resultados son similares para las variables que están en ambas estimaciones, tanto en el signo del coeficiente, como en la significancia de las variables. En este caso particular, las variables adicionales, exportaciones e importaciones de bienes y servicios como porcentaje del PIB tienen signos positivo y negativo, respectivamente. Situación esperable para el caso de las exportaciones. En el caso de las importaciones, podría indicar que los países de la muestra pueden tener cierta dependencia a las importaciones. Según los resultados de la primera estimación se encuentra una gran similitud en las variables importaciones y exportaciones, con respecto al texto de Hernández Laos (2004) sobre USA y México, donde afectan de manera negativa y positiva a la convergencia respectivamente.

En la estimación 2, se realiza un cambio en las variables estudiadas, añadiendo ahorro interno bruto como porcentaje del PIB y retirando las exportaciones e importaciones de bienes y servicios como porcentaje del PIB. En esta estimación se tiene como resultado una significancia en el modelo por parte de las variables: Desempleo total de la población activa, ahorro interno bruto como porcentaje del PIB, inversión total como porcentaje del PIB, inversión extranjera directa como porcentaje del PIB, industrialización, valor agregado como porcentaje del PIB, gasto social como porcentaje del PIB y la inflación, índice de deflación del PIB; según la prueba de significancia ( $t \geq 2$ ). De la misma manera se encontraron no significativas estas variables de mayor a menor según nivel de insignificancia: gasto público en educación como porcentaje del PIB, gasto en I+D como porcentaje del PIB y el índice de corrupción.



Como se puede ver en la estimación 2 de la tabla 2 la variable más significativa que nos arroja esta estimación es el desempleo total de la población activa, lo que nos quiere decir que, si este grupo de países reduce su tasa de desempleo, el PIB per cápita PPA podría crecer, esto tiene sentido porque a menor tasa de desempleo, se dinamizan los sectores económicos aumentando el consumo y el ingreso de los agentes. Otra de las variables significativas del modelo es el ahorro interno bruto, en el cual, si se aumenta el ahorro el crecimiento debería aumentar. Las otras dos variables significativas que afectan positivamente el crecimiento son la inversión total como porcentaje del PIB y la inversión extranjera directa como porcentaje del PIB. Lo que es totalmente coherente con lo esperado, ya que mayores niveles de inversión en la economía pueden posibilitar el crecimiento del aparato productivo nacional, lo que tiene implicaciones en el crecimiento de la economía y en la demanda de los hogares.

Por otra parte, la estimación 2 de la tabla 2 muestra que el aumento del gasto social como porcentaje del PIB por parte del gobierno dinamizaría, lo que puede implicar más empleo, se complementa mejorando la infraestructura e invirtiendo en pro de la sociedad, lo que conllevaría a un mayor crecimiento. Por su parte, se encuentra que cuando disminuya la tasa de inflación el crecimiento económico se verá beneficiado. Este planteamiento está acorde con lo esperado según la teoría económica, ya que en términos prácticos la inflación podría considerarse como un impuesto a la economía.

Respecto a las variables no significativas se encuentra que el índice de corrupción no se muestra estadísticamente significativo, por lo que no se puede hacer inferencia al respecto. El gasto en I+D como porcentaje del PIB y el gasto en educación como porcentaje del PIB, también resultan ser no significativas. Esto puede deberse a que realmente este tipo de inversión en los países de la muestra no tiene un peso importante con respecto al PIB, lo que implicaría que los niveles actuales

no logran tener un impacto en la economía como se espera en la literatura. Finalmente, se observa un signo negativo en el logaritmo del PIB – PPA, lo que confirma la hipótesis de beta convergencia para el grupo de países de la muestra.

Como se observa en la revisión de literatura, se obtienen resultados similares a los de algunos artículos estudiados como: el estudio de Maynou et al (2013) de la zona euro y el estudio de Galindo y Catalán (2003) de centro américa, donde la inversión total afecta positivamente la convergencia entre los países, al igual que en este estudio; de igual manera esto ocurre en la variable del gasto social, que contribuye positivamente a este fenómeno.

Para efectos de la investigación se hicieron estimaciones que incluyen la interacción del logaritmo de PIB-PPA, con una variable dummy que es igual a uno si el país hace parte de los principales considerados en este estudio. Como se puede observar en la tabla 2 (países agrupados 1 y países agrupados 2), los resultados indican que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre la convergencia de estos países (Brasil, Chile, México y Colombia) y el resto de los países en estudio.

Después de realizar diferentes pruebas para detectar posibles errores estándar robustos como: Test de Wald (tablas 3 y 4), Test de Glejser (tablas 5 y 6) y la prueba de auto correlación de Wooldridge (tablas 7 y 8). Se encontró en las estimaciones problemas de heterocedasticidad y autocorrelación, como se puede evidenciar a continuación:

Tabla 3

```

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

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

chi2 (15) = 2103.45
Prob>chi2 = 0.0000

```

Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

Tabla 4

```

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

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

chi2 (15) = 2337.99
Prob>chi2 = 0.0000

```

Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

Tabla 5

```

=====
* OLS Glejser Lagrange Multiplier Heteroscedasticity Test
=====
Ho: No Heteroscedasticity - Ha: Heteroscedasticity

Glejser LM Test          = 38.13823
Degrees of Freedom       = 12.0
P-Value > Chi2(12)      = 0.00015

```

Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

Tabla 6

---

---

\* OLS Glejser Lagrange Multiplier Heteroscedasticity Test

---

---

Ho: No Heteroscedasticity - Ha: Heteroscedasticity

Glejser LM Test	=	39.04335
Degrees of Freedom	=	11.0
P-Value > Chi2(11)	=	0.00005

Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

Tabla 7

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

F( 1, 11)	=	19.515
Prob > F	=	0.0010

Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

Tabla 8

Wooldridge test for autocorrelation in panel data

H0: no first-order autocorrelation

F( 1, 11)	=	27.574
Prob > F	=	0.0003

Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

Debido a los problemas presentados de heterocedasticidad y autocorrelación, se procederá a tenerlos en cuenta por medio de la estimación por Cluster como se puede observar en la Tabla 9.

Tabla 9

Estimación Clúster

	Cluster 1	Cluster 2	Clusterp-1	Clusterp-2
GDPPC	-0.0000200** (0.00000574)	-0.0000200** (0.00000558)	-0.0000220** (0.00000684)	-0.0000216** (0.00000674)
InvDe	-3.035 (2.475)	-2.992 (2.253)	-2.976 (3.005)	-2.932 (2.704)
InvT	1.153*** (0.246)	0.541*** (0.127)	1.224*** (0.295)	0.571** (0.145)
IC	-0.0287* (0.0121)	-0.0262* (0.0114)	-0.0267* (0.0121)	-0.0242 (0.0116)
GS	1.050** (0.330)	1.014** (0.308)	1.217** (0.367)	1.152** (0.335)
Inf	-0.135** (0.0406)	-0.131* (0.0458)	-0.124* (0.0483)	-0.122* (0.0508)
X	0.596*** (0.0954)		0.627*** (0.0856)	
M	-0.607** (0.152)		-0.642** (0.174)	
IED	0.346* (0.131)	0.352* (0.133)	0.361* (0.123)	0.364* (0.122)
Ind	-0.265 (0.205)	-0.286 (0.204)	-0.228 (0.237)	-0.257 (0.230)
Des	-1.038*** (0.202)	-1.030*** (0.207)	-1.046*** (0.228)	-1.037*** (0.232)
GE	0.609 (0.730)	0.645 (0.591)	0.618 (0.700)	0.656 (0.574)
s		0.599*** (0.0889)		0.624*** (0.0820)
GDPPC - grupos (dummy)			0.00000273 (0.00000474)	0.00000237 (0.00000460)
Constant	0.105 (0.0888)	0.0999 (0.0918)	0.0626 (0.0806)	0.0636 (0.0864)
R-squared	0.637	0.645	0.640	0.647
AIC	-675.2	-680.4	-674.4	-679.4
BIC	-640.1	-648.2	-636.4	-644.3
F	200.6	67.14	398.2	281.7
Observations	138	138	138	138

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*\*\*  $p < 0.001$

Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.

En la tabla 9 se obtiene que en cluster 1 a diferencia de estimación 1 (tabla 2), el índice de corrupción se vuelve estadísticamente significativo para el modelo, pero sigue afectando negativamente al crecimiento. Por otra parte, la industrialización, valor agregado como porcentaje del PIB pierde significancia en el modelo.

En la regresión cluster 2 a comparación de estimación 2 (tabla 2), se obtiene el mismo resultado del análisis anterior (cluster 1 en comparación con la estimación 1).

Se sigue observando un signo negativo en el logaritmo del PIB – PPA, por ende, confirma la hipótesis de beta convergencia para el grupo de países de la muestra.

La regresión con la variable dummy en cluster (tabla 9) siguen indicando que no hay una diferencia estadísticamente significativa entre la convergencia de estos países (Brasil, Chile, Mexico y Colombia) y el resto de los países en estudio.

## Conclusiones

Lo expuesto anteriormente permite concluir que, para una convergencia entre países de una región, según los diferentes estudios se deberían tener en cuenta variables como: las exportaciones de bienes y servicios, importaciones de bienes y servicios, el gasto público, el ahorro interno bruto, la inversión extranjera directa y el desempleo total de la población activa.

De los resultados empíricos del análisis, se encuentra que de las cinco principales variables en estudio son estadísticamente significativas el gasto social como porcentaje del PIB, la inversión total como porcentaje del PIB y la tasa de inflación como deflactor del PIB y no estadísticamente significativas el gasto en investigación y desarrollo como porcentaje del PIB, y el índice de corrupción, para una convergencia. Las variables que afectan de manera positiva al fenómeno de la convergencia serán: el gasto social como porcentaje del PIB y la inversión total como porcentaje del PIB, caso contrario con la tasa de inflación como deflactor del PIB que afecta negativamente. Sin embargo, al realizar la estimación con las demás variables encontradas en la revisión de literatura, nos arroja que estadísticamente significativas son: el ahorro interno bruto, la inversión extranjera directa como porcentaje del PIB y el desempleo total de la población activa, contribuyendo positivamente las dos primera y negativamente la última.

Después de tener en cuenta los problemas de heteroscedasticidad y autocorrelación por método cluster se puede observar una estimación más completa que la primera, ya que la variable índice de corrupción pasa a ser estadísticamente significativa en el modelo.

A partir del comportamiento de las variables estimadas para el grupo de países en estudio, se concluye que no existirá una convergencia diferenciada en este conjunto (Colombia, Brasil, México y Chile) tanto en la primera estimación por efectos fijos como por cluster. Por lo tanto, se

confirma la hipótesis de beta convergencia para el grupo de países de la muestra., por ende, Colombia crecerá económicamente al mismo nivel de estas potencias.



## **Bibliografía:**

Anselin, L. (1988) *Spatial Econometrics: Methods and Models*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Arbia, G., & Piras, G. (2005). Convergence in per-capita GDP across European regions using panel data models extended to spatial autocorrelation effects (May 2005)

Aroca, P., Bosch, M. (2000). Crecimiento, convergencia y espacio en las regiones chilenas: 1960-1998. *Estudios de economía*. 7(2), 199-224.

Barón, J. (2003). *¿ Qué sucedió con las disparidades económicas regionales en Colombia entre 1980 y el 2000?* . Banco de la República-Economía Regional.

Barro, R. y Sala-i-Martin, X (1990). *Economic Growth and Convergence across the United States*. NBER, Working Paper 3419.

Barro, R., Sala-i-Martin, X. (1992b): *Regional growth and migration: A Japan-United States comparison*, *Journal of the Japanese y International Economies*, 6, 4, Amsterdam, Elsevier Science.

Baumol, W. J., & Wolff, E. N. (1988). *Productivity growth, convergence, and welfare: reply*. *The American Economic Review*, 78(5), 1155-1159.

Bonet-Moron, J. A., Meisel-Roca, A., & Bonet-Morón, J. (2001). *La convergencia regional en Colombia: una visión de largo plazo, 1926-1995. Capítulo 1. La convergencia regional en Colombia: una visión de largo plazo, 1926-1995. Pág.: 11-56.*

Cárdenas, M., Pontón, A., & Trujillo, J. P. (1993). *Convergencia y migraciones interdepartamentales en Colombia: 1950-1983*. *Coyuntura económica*, 23(1), 111-137.

Destinobles, A. G. (2000). *El capital humano en las teorías del crecimiento económico*. Juan Carlos Martínez Coll.

- Destinobles, A. G. (2007). *Introducción a los modelos de crecimiento económico exógeno y endógeno*. Juan Carlos Martínez Coll.
- Dowrick, S., & Nguyen, D. T. (1989). OECD comparative economic growth 1950-85: catch-up and convergence. *The American Economic Review*, 1010-1030.
- Elhorst J.P., (2001) Dynamic Models in Space and Time, *Geographical Analysis*, 33, 2: 119-140.
- Ferreira, A. H. B., & Diniz, C. C. (1995). Convergencia entre las rentas per cápita estatales en Brasil. *Revista EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, 21(62)
- Galindo, L. M., & Catalán, H. (2003). Modelos econométricos para los países de Centroamérica
- Garza, N., & Pugliese, G. (2009). Elección teórica en economía: el caso de Solow, Romer y Ramsey. *Cuadernos de Economía*, 28(50), 35-62.
- Gómez, C. (2006). Convergencia regional en Colombia: un enfoque en los arreglos monetarios y en el sector exportador. *Ensayos Sobre Economía Regional*; (45).
- Gutiérrez Londoño, E. E., Rendón Acevedo, J. A., & Álvarez García, R. D. (1). EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN EL MODELO DE SOLOW Y APLICACIONES. *Semestre Económico*, 7(14), 16-29.
- Hernández Laos, E. (2004). Convergencias y divergencias entre las economías de México y Estados Unidos en el Siglo XX. *Investigación económica*, 63(250), 87-129.
- León, G. (2013). Crecimiento y convergencia económica: Una revisión para Colombia. *Dimensión empresarial*, 11(1), 61-76.
- Hoechle, D. (2007). Robust standard errors for panel regressions with cross-sectional dependence. *The stata journal*, 7(3), 281-312.
- Levine, R., & Renelt, D. (1992). A sensitivity analysis of cross-country growth regressions. *The American economic review*, 942-963.

- Londoño, É. E. G., Acevedo, J. A. R., & García, R. D. Á. (2004). El crecimiento económico en el modelo de Solow y aplicaciones. *Semestre Económico*, 7(14), 15-29.
- Maynou, L., Sáez, M., & Bacaria i Colom, J. (2013). Análisis de convergencia de las regiones de la zona euro (1990-2010).
- Mayoral, F.M (2010). *Convergencia en América Latina. Un análisis dinámico*. Universidad de Salamanca
- Moncayo, E. (2004). El debate sobre la convergencia económica internacional e interregional: enfoques teóricos y evidencia empírica. *eure (Santiago)*, 30(90), 7-26.
- Quah, D. (1993). Galton's Fallacy and Tests of the Convergence Hypothesis, *Scandinavian Journal of Economics* 95(4), 427–443.
- Riverol, A. M., & Delgado, R. G. M. crecimiento económico de los países emergentes. Estudio comparado entre el este del Asia y américa latina (1960–2015) crescimento econômico nos países emergentes. estudo comparativo entre leste da ásia e américa latina (1960-2015). *Revista de estudos internacionais (rei)*, 8(3), 2017.
- Rocha García, R., & Vivas Benitez, A. (1998). Crecimiento regional en Colombia:¿ Persiste la desigualdad?. *Revista de economía del Rosario*, 1(1), 67-108.
- Rodríguez-Benavides, D., Mendoza-González, M. Á., & Venegas-Martínez, F. (2016). ¿Realmente existe convergencia regional en México? Un modelo de datos-panel TAR no lineal. *Economía, sociedad y territorio*, 16(50), 197-227.
- Romer, Paul M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy*, 94, 5 (October), 1002-1037.
- Sala-i-Martin, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. Antoni Bosch Editor.

Solow, R. (1956): A Contribution to the Theory of Economic Growth, *Quarterly Journal of Economics*, 70, n.1, págs. 65-94.

Soukiazis, E., & Castroa, V. (2004). How the Maastricht Criteria and the Stability and Growth Pact Affected the Convergence Process in the European Union: A Panel Data Analysis.

Vásquez, L. F., & Bara, J. L. R. (2009). Convergencia económica regional: El caso de los Departamentos colombianos. *Ecos de Economía: A Latin American Journal of Applied Economics*, 13(28), 167-197.

Venegas Martínez, F. (1999). Crecimiento endógeno, dinero, impuestos y deuda externa. *Investigación económica*, 59(229), 15-36.

Anexos:

Anexo 1:

Tabla 10

	Colombia	Mexico	Argentina	Ecuador	Bolivia	Chile	Honduras	Panamá
	media	media	media	media	media	media	media	media
	desviacion	desviacion	desviacion	desviacion	desviacion	desviacion	desviacion	desviacion
	mínimo	mínimo	mínimo	mínimo	mínimo	mínimo	mínimo	mínimo
	máximo	máximo	máximo	máximo	máximo	máximo	máximo	máximo

Paraguay	GDPPC	InvDE	InvT	IC	GS	Inf	PIB	X	M	s	IED	GE	Des	Ind
media	9027.60277	0.0007	0.21302	24	0.09481	0.050906351	24578067861	0.3985603	0.3440589	0.2604	0.0125621	0.0342304	0.04825	0.1841602
desviacion	1493.72828	0.0001	0.0194483	5.15423869	0.015297083	0.053794735	12936665577	0.0480687	0.0245732	0.0337555	0.006945	0.0048868	0.0176813	0.0123605
mínimo	7616.97061	0.0006	0.17339	10	0.07196	0.016048004	7196260657	0.3300062	0.3000771	0.225	-0.0075019	0.0273951	0.04085	0.1567783
máximo	12067.5363	0.001	0.24577	30	0.11567	0.179493842	40496953779	0.4759359	0.3844045	0.3379	0.0218472	0.0423021	0.09393	0.2036712
Venezuela	GDPPC	InvDE	InvT	IC	GS	Inf	PIB	X	M	s	IED	GE	Des	Ind
media	16887.0959	0.0024	0.2449	20	0.12074	0.296040594	2.30364E+11	0.2994301	0.2044941	0.3332	0.0130768	0.0366906	0.0744	0.1362487
desviacion	1944.90304	0.0006	0.0826889	4.083199067	0.015441706	0.116356535	1.31471E+11	0.0650897	0.0430079	0.0824933	0.011549	0.0186293	0.0363507	0.0236637
mínimo	12007.8333	0.0015	0.00102	10	0.08998	0.078316664	83620628582	0.1669383	0.1672362	0.1011	-0.0034477	0.0362732	0.06097	0.115143
máximo	18224.7017	0.0034	0.30868	28	0.14603	0.459432687	4.82359E+11	0.3965865	0.3139699	0.4219	0.0401483	0.0687467	0.1678	0.1852903
Brasil	GDPPC	InvDE	InvT	IC	GS	Inf	PIB	X	M	s	IED	GE	Des	Ind
media	13874.2073	0.0112	0.18742	38	0.19039	0.077520608	1.69582E+12	0.1257346	0.129596	0.1908	0.0335437	0.0526884	0.08639	0.1272183
desviacion	1456.4354	0.0011	0.0232462	4.113165284	0.005329394	0.022910098	7.40654E+11	0.0176502	0.0103013	0.0212279	0.009333	0.0086274	0.017918	0.0175329
mínimo	11403.0642	0.0096	0.14975	30	0.18468	0.030254326	5.07962E+11	0.1018805	0.112546	0.1537	0.017339	0.0375037	0.06661	0.0966175
máximo	15535.6269	0.0134	0.21826	43	0.20386	0.140910215	2.6162E+12	0.1654576	0.1456457	0.2143	0.0503413	0.0624106	0.12822	0.1509953
Guatemala	GDPPC	InvDE	InvT	IC	GS	Inf	PIB	X	M	s	IED	GE	Des	Ind
media	6714.04889	0.0005	0.15229	28	0.09702	0.044560327	39136436614	0.2486869	0.3630918	0.04	0.0184571	0.0293423	0.02807	0.1863528
desviacion	481.870248	0.0001	0.0337776	3.455127855	0.009660017	0.027475155	19495066408	0.0293788	0.0545094	0.0190977	0.0250783	0.0010976	0.0028465	0.0131519
mínimo	6069.47077	0.0003	0.12064	20	0.07003	-0.040839304	18702802522	0.1812062	0.2686123	0.0017	-0.0500724	0.0279538	0.02402	0.131709
máximo	7508.86446	0.0007	0.20847	34	0.10849	0.094406961	78460447920	0.2820745	0.4233323	0.0908	0.0251868	0.0318454	0.03497	0.1967172
Costa Rica	GDPPC	InvDE	InvT	IC	GS	Inf	PIB	X	M	s	IED	GE	Des	Ind
media	12738.2613	0.0046	0.19053	53	0.15774	0.094145875	30612927059	0.3484007	0.3659449	0.1784	0.0539565	0.0625085	0.07171	0.1446226
desviacion	1943.60963	0.0007	0.0171949	5.90915634	0.017431523	0.039456252	16470334776	0.0476348	0.0557477	0.0189881	0.01365	0.0103566	0.0177432	0.0239692
mínimo	9786.22377	0.0036	0.18377	40	0.12817	0.020034723	14949514493	0.3082494	0.3169336	0.1179	0.039077	0.0463918	0.0449	0.1137894
máximo	15679.9806	0.0057	0.24863	59	0.17571	0.134458762	60130106116	0.4366581	0.4788861	0.2031	0.083813	0.0735436	0.10139	0.1839608
Uruguay	GDPPC	InvDE	InvT	IC	GS	Inf	PIB	X	M	s	IED	GE	Des	Ind
media	15962.9149	0.0034	0.19408	68	0.12646	0.080235364	31660911279	0.2591963	0.2554496	0.192	0.046958	0.0275786	0.08026	0.1308013
desviacion	3459.05239	0.0007	0.0304552	7.553729114	0.011602505	0.030317371	17737499543	0.0456009	0.0485481	0.0275973	0.0286698	0.0105873	0.034991	0.0124396
mínimo	11406.1643	0.0021	0.13073	51	0.10935	0.035393085	12045631093	0.166981	0.1833483	0.1114	0.0032426	0.0206821	0.06307	0.1126623
máximo	20916.1502	0.0043	0.23208	74	0.1464	0.165416352	59596885024	0.321123	0.3500507	0.2048	0.1178967	0.048403	0.16661	0.1494688
Peru	GDPPC	InvDE	InvT	IC	GS	Inf	PIB	X	M	s	IED	GE	Des	Ind
media	9376.19671	0.0011	0.21302	36	0.11451	0.024324411	1.20823E+11	0.248083	0.2279368	0.2314	0.0391066	0.0295787	0.039	0.1529305
desviacion	2320.37863	0.0003	0.0305084	3.408794954	0.009639836	0.021873744	62745387315	0.0473489	0.0293891	0.0419123	0.0151566	0.0044989	0.0095118	0.0118252
mínimo	6385.88845	0.0006	0.16856	30	0.10362	0.00109017	51744749133	0.1660138	0.1797437	0.163	0.0156479	0.026294	0.02962	0.1294019
máximo	12793.4949	0.0016	0.26178	44	0.13212	0.076562481	2.22045E+11	0.3152212	0.2870614	0.2939	0.0707114	0.039703	0.05799	0.1655161
El salvador	GDPPC	InvDE	InvT	IC	GS	Inf	PIB	X	M	s	IED	GE	Des	Ind
media	6280.91235	0.0008	0.1771	37	0.15712	0.026485191	17986890000	0.2682727	0.4659042	-0.015	0.0202103	0.0373289	0.0573	0.1627487
desviacion	575.909633	0.0003	0.0173724	3.135348363	0.011263529	0.015841194	4639086931	0.0182397	0.0392688	0.0295122	0.0202147	0.0045742	0.012921	0.0116084
mínimo	5612.39183	0.0003	0.14055	30	0.13086	-0.000570179	11784927700	0.239512	0.40406	-0.0701	-0.006134	0.0283868	0.03693	0.1597926
máximo	7393.00674	0.0013	0.208	42	0.16498	0.059096666	26057000000	0.2972484	0.5392539	0.0261	0.0911435	0.046595	0.0733	0.1953287

Fuente: elaboración propia

**Anexo 2:**

**Tabla 11**

<b>Variables</b>	<b>Latinoamérica</b> Mayoral (2010)	<b>Zona euro</b> Maynou, et al. (2013)	<b>Centroamérica</b> Galindo y Catalán (2003)	<b>USA y México</b> Hernández Laos (2004).
Consumo privado	No aplica en el modelo	Positivo	Positivo	No aplica en el modelo
Inversión total	No aplica en el modelo	Positivo	Positivo	No aplica en el modelo
Gasto publico	negativo	Positivo	Positivo	No aplica en el modelo
Exportaciones	No aplica en el modelo	Negativo	Negativo	positivo
Importaciones	No aplica en el modelo	Positivo	Positivo	negativo
Índice de cambio tecnológico	negativo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo
Crecimiento de la PTF	No aplica en el modelo	Variable dependiente	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo

Renta per capita	Positivo o negativo dependiendo del periodo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo
Tasa de ahorro	positiva	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo
Población	No aplica en el modelo	Positivo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo
Estudiantes universitarios	No aplica en el modelo	Positivo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo
Tasa de depreciación del capital	negativo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo
Tasa de crecimiento poblacional	negativo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo
Grado de apertura comercial	positivo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo
Tasa de cambio	negativo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo



Desempleo	No aplica en el modelo	Negativo	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo
Pib real	No aplica en el modelo	No aplica en el modelo	Variable dependiente	Negativo

Fuente: elaboración propia

**Anexo 3:**

**Tabla 12**

Modelo	Tipo de Crecimiento	Características
Solow y Swan	Exógeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Economía cerrada</li> <li>-Tasa de ahorro y depreciación constante</li> <li>-El número de trabajadores es igual a la población</li> <li>-El ritmo de crecimiento de la población es constante</li> <li>-Tiene rendimientos constantes a escala</li> <li>-Los rendimientos de los factores son decrecientes</li> <li>-Cumple las condiciones de INADA</li> <li>-Los factores de los que depende son el trabajo, el capital y la tecnología</li> <li>- Nivel tecnológico constante</li> <li>-Se llega a un estado estacionario</li> <li>- Crecimiento de forma per-cápita</li> <li>- El ahorro es igual a la inversión</li> </ul>
Ramsey	Exógeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Agentes propuestos en el modelo: familias y empresas</li> <li>-Las familias se componen en "Dinastías"</li> <li>-Existe una tasa de descuento</li> <li>-Restricción presupuestaria cambiante en el tiempo</li> <li>-Se tienen en cuenta activos, pasivos y la tasa de interés</li> <li>-Crecimiento de forma per-cápita</li> <li>- Cumple las condiciones de INADA</li> <li>-Tiene rendimientos constantes a escala</li> <li>-Los rendimientos de los factores son decrecientes</li> <li>-El número de trabajadores es igual a la población</li> <li>- El ahorro es igual a la inversión</li> </ul>
AK (Rebelo)	Endógeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Crecimiento de largo plazo</li> <li>-Depreciación del capital</li> <li>-Los rendimientos de los factores no son decrecientes</li> <li>-Permanece en estado estacionario</li> <li>-No hay convergencia</li> <li>-Mismo crecimiento en todos los países</li> <li>-Crecimiento de forma per-cápita</li> <li>-Los capitales físico y humano son similares</li> </ul>
Gasto publico	Endógeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El gobierno solo se financia por impuestos</li> <li>-El ahorro es igual a la inversión</li> <li>-Crecimiento de forma per-cápita</li> <li>-Gasto público está incorporado en la función de producción</li> <li>-impuestos, tecnología, capital y gastos crecen de manera constante a lo largo del tiempo</li> <li>-Los rendimientos de los factores no son decrecientes</li> <li>-Crecimiento constante de la función de producción</li> </ul>

		-Permanece en estado estacionario
Capital Humano	Endógeno	-Los capitales físico y humano son diferentes -El capital humano es un bien rival -Producción final es igual a la combinación del capital físico con el capital humano.

Fuente: elaboración propia

#### **Anexo 4:**

Se adjuntan estas variables al software SIMIC-MAC-PROB, el cual nos da los siguientes resultados:

Los valores expresan las probabilidades de los escenarios. Se trata de una solución mediana determinada a través de un programa de minimización cuadrática.

Residuo cuadrático -: 0,065

Residuo > 0.2 : coherencia débil

Tabla 13

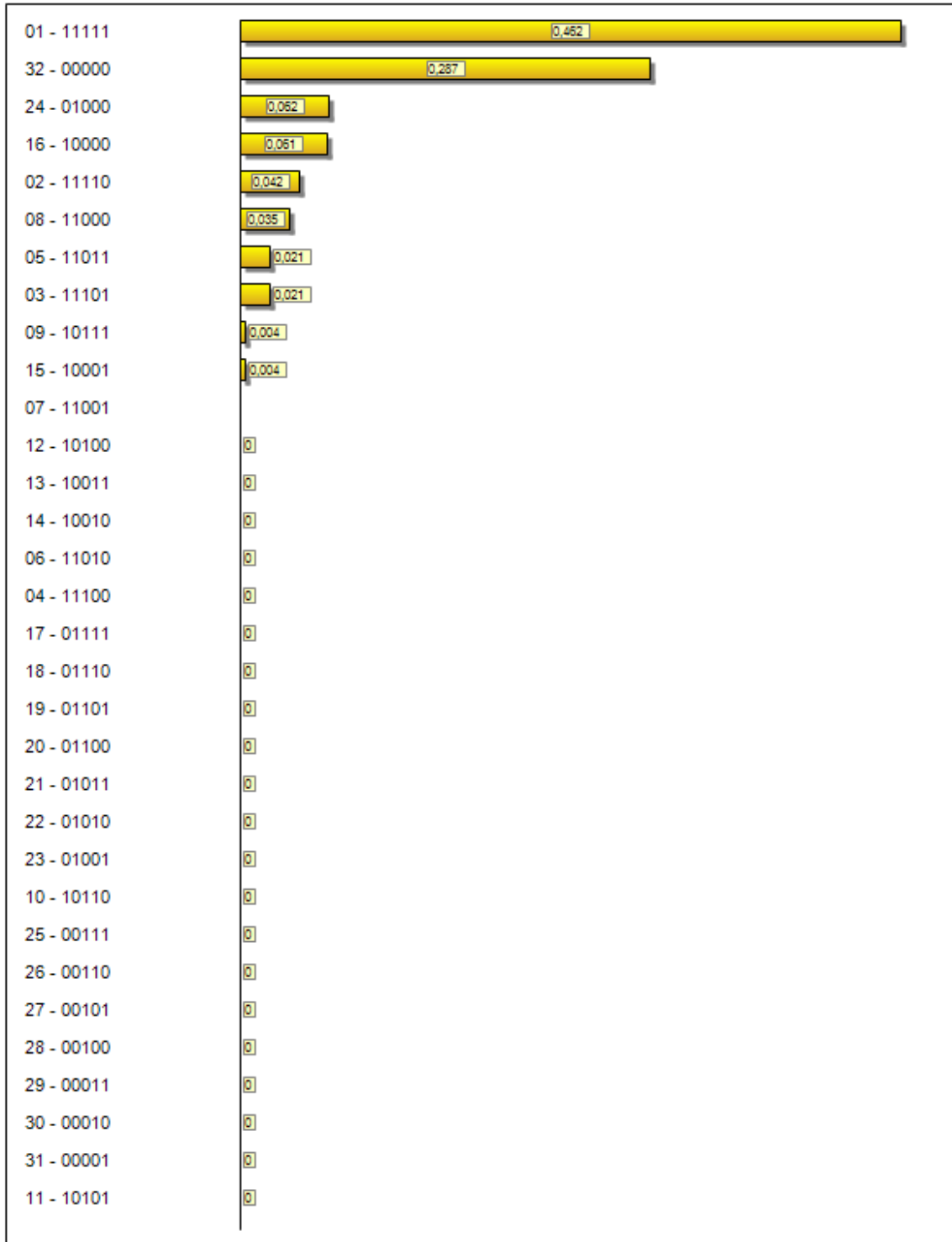
	ROBERTO
1 : 11111	0,462
2 : 11110	0,042
3 : 11101	0,021
4 : 11100	0
5 : 11011	0,021
6 : 11010	0
7 : 11001	0
8 : 11000	0,035
9 : 10111	0,004
10 : 10110	0
11 : 10101	0
12 : 10100	0
13 : 10011	0
14 : 10010	0
15 : 10001	0,004
16 : 10000	0,061
17 : 01111	0
18 : 01110	0
19 : 01101	0
20 : 01100	0
21 : 01011	0
22 : 01010	0
23 : 01001	0
24 : 01000	0,062
25 : 00111	0
26 : 00110	0
27 : 00101	0
28 : 00100	0
29 : 00011	0
30 : 00010	0
31 : 00001	0
32 : 00000	0,287

© LIPSOR-EPITA-PROB-EXPERT

Fuente: elaboracion en softward SIMIC-MAC-PROB

Grafico 30

Histograma de probabilidad des los escenarios (ROBERTO)



Fuente: elaboracion en softward SIMIC-MAC-PROB

Los valores permiten obtener la influencia de las variables entre ellas. Se calculan con una variación igual a 0.1.

Tabla 14

	H1	H2	H3	H4	H5	Suma absoluta
1 : H1	1	0,404	1,099	1,099	1,09	3,691
2 : H2	0,337	1	0,904	0,904	0,834	2,98
3 : H3	0,142	0,145	1	0,306	0,274	0,866
4 : H4	0,142	0,145	0,306	1	0,274	0,866
5 : H5	0,123	0,121	0,26	0,26	1	0,765
6 : Suma absoluta	0,744	0,814	2,569	2,569	2,472	-

© LIPSOR-EPTA-PROB-EXPERT

Fuente: elaboracion en softward SIMIC-MAC-PROB

Como conclusión del estudio de prospectiva, nos arroja la importancia de cada variable para la convergencia de Colombia, según sus elasticidades, de la siguiente manera:

E3,691: H1- Inversión en Ciencia y Tecnología. (V02)

E2,98: H2 - Gasto Social como % del PIB. (V03)

E0,866: H3 - Variación de la inversión privada. (V04)

E0,866: H4 - Estabilidad y desempeño de las instituciones (índices de corrupción, gobernanza, buen gobierno). (V06)

E0,765: H5 - La dinámica que alcance la productividad total efectiva (PTF), especialmente la innovación en la economía. (V10)

Entre mayor sea su elasticidad, cambiara de manera positiva a lo largo del tiempo hacia el 2035, representativo con el avance de los años, una mayor relevancia para alcanzar la convergencia.

## ANEXO 5:

Tabla 15

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt (diag (V_b-V_B)) S.E.
	(b) fijos1	(B) aleatorios1		
l_PIBpercá~s	-.0000151	-2.93e-06	-.0000121	1.57e-06
GastoIDdel~B	-1.903985	1.515641	-3.419626	1.509389
inversio~B	.4744688	.1611243	.3133445	.0391057
l_indicede~n	-.0135992	.010842	-.0244412	.0081491
porcentaje~B	.4593945	-.1172018	.5765964	.1486787
Inflacióni~d	-.0698122	-.0173337	-.0524785	.
Ahorrointe~B	.370396	.164353	.2060429	.0260407
Inversión~n	.2965358	.2707716	.0257642	.
Industrial~d	-.3663303	.1258506	-.492181	.1258084
Desempleot~c	-.8352387	-.1839222	-.6513165	.0561691
Gastopúbli~a	-.0876563	.0467132	-.1343695	.

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

$\chi^2(10) = (b-B)' [(V_b-V_B)^{-1}] (b-B)$   
 = 201.59  
 Prob>chi2 = 0.0000  
 (V\_b-V\_B is not positive definite)

Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.



Tabla 16

	Coefficients			sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fijos1	(B) aleatorios1	(b-B) Difference	
l_PIBpercá~s	-.0000153	-3.54e-06	-.0000117	1.66e-06
GastoIDdel~B	-1.868933	1.080874	-2.949808	1.511366
inversio~B	.8410568	.4126222	.4284346	.0897758
l_indicede~n	-.0148377	.0118344	-.0266721	.008576
porcentaje~B	.4628453	-.1182658	.5811111	.1536409
Inflacióni~d	-.0724485	-.017747	-.0547015	.
Exportacio~c	.3602394	.1408386	.2194008	.0254311
Importacio~c	-.3692106	-.1995004	-.1697101	.0640346
Inversión~n	.3028038	.3245612	-.0217574	.
Industrial~d	-.369411	.1431536	-.5125645	.128569
Desempleot~c	-.8447888	-.2156522	-.6291366	.0577071
Gastopúbli~a	-.0939549	.0300418	-.1239967	.

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(11) = (b-B)'[(V\_b-V\_B)^(-1)](b-B)  
 = 185.04  
 Prob>chi2 = 0.0000  
 (V\_b-V\_B is not positive definite)

Fuente: Elaboración propia, en base a datos recolectados de los diferentes departamentos estadísticos de los países, el banco mundial, la CEPAL, el banco interamericano de desarrollo, entre otras fuentes de recolección.