

FECUNDIDAD, CAPITAL HUMANO Y CRECIMIENTO ECONÓMICO: UN ANÁLISIS  
PARA EL CASO COLOMBIANO



PRESENTADO POR:  
MAIRA DAYANA SÁNCHEZ GARZÓN  
MATEO SARMIENTO BAZZANI

TUTOR:  
HUMBERTO BERNAL CASTRO

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA  
PROGRAMA DE ECONOMÍA  
BOGOTÁ D.C.

2021

## **Tabla de contenido**

<b>Resumen</b>	1
<b>Abstract</b>	1
<b>Introducción</b>	2
<b>Marco teórico</b>	5
<b>Literatura empírica</b>	13
<b>Datos</b>	18
<b>Modelo econométrico y resultados</b>	28
Análisis de resultados	30
<b>Conclusiones</b>	31
<b>Recomendaciones de política económica</b>	33
<b>Bibliografía</b>	34
<b>Anexos</b>	36

## **Listado de ilustraciones**

<b>Ilustración 1</b> Estado estacionario con Capital Humano	10
<b>Ilustración 2</b> Tasa Global de Fecundidad (TGF) entre departamentos 2014 - 2018	19
<b>Ilustración 3</b> Tasa de crecimiento PIB per cápita entre departamentos 2014 - 2018	21
<b>Ilustración 4</b> Tasa de Crecimiento Poblacional entre departamentos 2014 - 2018	22
<b>Ilustración 5</b> Años de educación entre departamentos 2014 - 2018	23
<b>Ilustración 6</b> Tasa de cobertura en educación superior entre departamentos 2014 - 2018	24

## **Listado de tablas**

<b>Tabla 1</b> - Resumen e impacto esperado de las variables	21
<b>Tabla 2</b> - Regresión datos panel efectos aleatorios	23
<b>Tabla 3.</b> Departamentos de Colombia	30
<b>Tabla 4</b> - Test de Hausman	30
<b>Tabla 5</b> - Prueba de Breusch-Pagan	31

## **Resumen**

*Esta investigación ofrece un análisis empírico entre la relación de la fecundidad, capital humano y el crecimiento económico en Colombia. Se construye un marco teórico que sustenta los principales aportes de esta investigación. Posteriormente, se realiza un análisis aplicado a Colombia utilizando la técnica de datos panel con efectos aleatorios para 22 departamentos de Colombia. El modelo teórico base es el planteado por Becker, Murphy y Tamura (1990), donde se explican los cambios en la fecundidad, por medio del crecimiento económico, la acumulación e inversión en capital humano. Finalmente, se encuentra que las mejoras en el capital humano y el crecimiento económico, aumentan la probabilidad de que los departamentos experimenten una reducción en las tasas de fecundidad.*

**Palabras claves:** *fertilidad, capital humano, crecimiento económico, Colombia.*

## **Abstract**

*This research offers an empirical analysis of the relationship between fertility, human capital and economic growth in Colombia. A theoretical framework is constructed to support the main contributions of this research. Subsequently, an empirical analysis applied to Colombia is carried out using the panel data technique with random effects for 22 Colombian departments. The theoretical model is the one proposed by Becker, Murphy and Tamura (1990), which explains the changes in fertility through economic growth and the accumulation and investment in human capital. Finally, it is found that improvements in human capital and economic growth increase the probability that departments experience a reduction in fertility rates.*

**Keywords:** *fertility, human capital, economic growth, Colombia*

## 1. Introducción

El propósito de esta investigación está enfocado en evaluar el grado de intensidad del crecimiento económico, la inversión y la acumulación de capital humano, en el comportamiento de la fecundidad. Esto con el fin de entender la relación entre estas variables aplicado para el caso colombiano. Los cambios en la estructura demográfica del país, se han evidenciado principalmente en las dinámicas presentadas en las tasas de mortalidad y fecundidad, las cuales han tenido una tendencia decreciente a través de los últimos 60 años. Mesa y Junca (2011) (citado en Sandoval, Riaño y Barrera, 2019), afirman que la disminución en las tasas de fecundidad, es explicada debido al aumento en los niveles de educación de la mujer, en los métodos anticonceptivos, y junto con la reducción en la proporción de mujeres casadas y en unión libre.

Por el lado de la mortalidad, su disminución es explicada por una mejora en la calidad de vida de los colombianos en temas como: la reducción de las barreras de acceso a los servicios públicos como el agua potable y energía eléctrica, junto con un mayor acceso a los servicios de salud. Para el año 2019 el 98,1% de los colombianos cuentan con servicio de energía eléctrica, el 87,7% con acueducto y alcantarillado y el 92,8% se encuentran afiliados al Sistema General de Seguridad Social en Salud (DANE,2019). Además, la educación en Colombia ha venido creciendo debido a los esfuerzos implementados en mejorar la cobertura educativa para sus habitantes, la cobertura en educación superior a nivel nacional pasó de 48% a 52% entre 2014 a 2018 (DNP, 2019). La transformación económica que se reflejó en el cambio de una estructura agraria al paso de actividades industriales, servicios y comunicaciones, fomento la demanda de trabajadores con un alto nivel educativo y condujo a una mayor reinversión en capital humano.

Se han realizado estudios que explican la relación entre fecundidad, crecimiento económico y capital humano aplicados a un gran conjunto de países de ingresos bajos, medios e ingresos altos; Sin embargo, no se encuentran investigaciones en el cual el objeto de estudio sea un solo país. En Colombia se tienen múltiples investigaciones que analizan las dinámicas que ha generado la fecundidad, tanto en las familias y en la economía, estudiando solamente fenómenos específicos como lo es la participación de la mujer, el tamaño de los hogares, el efecto de las políticas de planificación familiar o el crecimiento económico, que carecen de integralidad de distintas variables que también afectan los cambios demográficos. Por ejemplo, Gómez (2013) proporciona vínculos positivos que se generan en Colombia entre el descenso

de la fecundidad, el bono demográfico, el crecimiento económico, para luego evaluar si las políticas públicas han contribuido en el aprovechamiento de las condiciones demográficas, con datos de las Encuestas Nacionales de Demografía y Salud (ENDS), Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) y el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE). Pérez (2006) analiza la evolución de la fecundidad en Colombia a nivel departamental, teniendo en cuenta determinantes como educación, empleo, planificación familiar, entre otros. Su objetivo es destacar la importancia de reducir los niveles de fecundidad en Colombia a través de la implementación de políticas poblacionales a nivel regional.

Esta investigación permite analizar el comportamiento de variables, como el capital humano y el crecimiento económico, y comprender cómo estos han influido en la reducción de la fecundidad en gran parte de los departamentos de Colombia dentro del periodo de 2014 - 2018, siendo este trabajo un esfuerzo para explicar este fenómeno. Por ello, la investigación parte de la siguiente pregunta, *¿cuál es el nivel de incidencia de la acumulación e inversión en capital humano, y el crecimiento económico, sobre las decisiones de fecundidad en los departamentos de Colombia, durante los años 2014 – 2018?*

Se utilizará el modelo de Becker, Murphy y Tamura (1990) donde demuestran que las familias que tienen un menor número de hijos, tienen un mayor nivel de educación en economías que poseen altos niveles de capital humano y un crecimiento económico significativo. Para la validación de este modelo, se utiliza la técnica de datos panel con efectos aleatorios para 22 departamentos con datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y el Departamento Nacional de Planeación (DNP).

Dentro de este contexto, el objetivo de este trabajo es analizar el nivel de incidencia del crecimiento económico, la acumulación e inversión en capital humano, sobre las decisiones de fecundidad en los departamentos de Colombia. Para lograrlo, inicialmente es necesario analizar el comportamiento de los indicadores demográficos, educativos, y el crecimiento económico per cápita de los departamentos. Posteriormente, establecer las ecuaciones de acuerdo al modelo, con la recopilación de las variables ajustadas para los diferentes departamentos de Colombia. Finalmente, estimar el modelo econométrico en el que se evidencie la relación entre las variables de estudio.

Este documento está dividido en cinco secciones, siendo la primera de ellas la presente introducción. La segunda sección, abarca la literatura teórica referente a la investigación, concluyendo con la explicación del modelo base del trabajo. En la sección tres, se encuentra la literatura empírica, donde abarcan los estudios relacionados al tema de interés. En la cuarta sección, se presentan las variables a usar para la explicación del modelo, con el respectivo análisis de los datos. En la sección cinco, está la metodología a usar y los resultados del modelo econométrico. Finalmente, el trabajo concluye con las respectivas recomendaciones y conclusiones de la investigación.

## 2. Marco teórico

Inicialmente se presenta un compendio de teorías económicas cuyo análisis central se fundamenta en las dinámicas poblacionales y la incidencia de estas sobre el crecimiento económico, a través de la teoría clásica y neoclásica, acompañado teóricos contemporáneos que permiten vislumbrar la relación entre fecundidad, capital humano y crecimiento económico. Posteriormente se realiza un análisis y descripción del modelo teórico que será esencial para el desarrollo a cabalidad de la investigación.

La discusión sobre la población en la teoría económica comienza en la escuela clásica desde el siglo XVII a partir de los planteamientos de Adam Smith (1776), quien manifiesta cómo la prosperidad económica de un país depende del número de sus habitantes y donde la familia (entendida por este, como nodo generado para la contemplación del bienestar de otro) al llegar a ser numerosa, se convierte en una fuente de trabajo y por consiguiente de ingresos adicionales. Para el caso de América del Norte, esto se ejemplifica a través de la mayor población que existía y en cuyo caso permitió una productividad significativa, a pesar de no contar con la misma riqueza que la potencia Inglaterra; Por otra parte la existencia de tierras fértiles disponibles, permitía dar respuesta al exceso de población, por lo que el crecimiento poblacional permitiría la diversificación de las tareas, generando así que cada trabajador adquiriera un conocimiento cada vez más especializado.

Malthus (1798) en contraposición a lo expuesto por Smith (1776), afirma que, transcurrido un tiempo, las tierras fértiles serían ocupadas y los nuevos pobladores deberían establecerse en territorios con bajos niveles de fertilidad y por ende menor productividad, de esta manera la “Ley de los rendimientos decrecientes”, impondría límites al crecimiento económico; por otro lado, es fundamental investigar las causas que impiden el desarrollo de las sociedades y la probabilidad de suprimirlas. Pese a la dificultad para explicar todas las posibles razones, se hace énfasis en la tendencia constante de la humanidad a reproducirse, más allá de la capacidad de carga que tiene la tierra para producir los alimentos que permiten la subsistencia de la población.

Así, el ser humano puede incrementar la producción agrícola únicamente de manera aritmética, sin embargo, las variaciones en la población se generan de forma geométrica, ocasionando a largo plazo un déficit alimentario, que traerá consigo escasez, hambruna y diversas enfermedades. Ante esta problemática, se plantea disminuir el ritmo de reproducción a través

de la abstinencia sexual y prácticas que incentiven dicho comportamiento, para así, mitigar el crecimiento desmedido de la población. Según el autor, otra de las posibles causas que ocasionan un crecimiento poblacional acelerado, se debe a los aumentos en los salarios, junto con la demanda de alimentos que no puede ser abastecida por el sector agrícola; por ende, una mejora en el nivel de vida de la sociedad generará un incremento de la productividad únicamente de manera transitoria. (Manzano & Velázquez, 2018)

Solow (1956) revive el estudio del crecimiento económico, fundamentando su análisis implementando una función de producción neoclásica con retornos crecientes a escala, incluyendo el capital y el trabajo como los factores de producción de la economía. Posteriormente, supone que la depreciación, tasa de ahorro y el crecimiento de la población son constantes, determinando en el modelo que la tasa de ahorro y el crecimiento poblacional son variables exógenas, siendo estas variables las determinantes del ingreso per cápita de un país. Consecutivamente concluye que aquellos países que poseen un número alto en su población, son aquellos de pocos recursos económicos. Caso contrario, en aquellos países que poseen una tasa de ahorro mayor, su crecimiento económico será positivo, justificando en que estos países tendrán un mayor ingreso per cápita, siendo países ricos.

Leibenstein (1957)<sup>1</sup> (citado en Barrera, 2011), expuso el vínculo existente entre el crecimiento demográfico y el desarrollo económico, resaltando la importancia de las dinámicas poblacionales y su injerencia en la construcción de teorías que aporten a la ciencia económica, fundamentalmente en el conocimiento de los factores que inciden en el descenso de la fecundidad, a través del análisis racional de las dinámicas familiares y del tamaño de las mismas, donde los padres aceptarían tener un hijo adicional, si consideran que la satisfacción es mayor a los costos en los que se incurre. Los factores que determinan el número de hijos y el tamaño de la familia llegan a ser: el número de sobrevivientes y la utilidad que produce un hijo adicional.

De acuerdo con esto, la fecundidad establece tres tipos de utilidad: 1) considera al hijo como un bien de consumo, ya que genera placer para sus procreadores; 2) puede ser un agente productivo, puesto que en algún momento ingresará al mercado laboral lo cual incrementará los ingresos familiares y 3) como una fuente de seguridad en la vejez familiar o en las etapas de dificultad.

---

<sup>1</sup> En el libro *Economic backwardness and economic growth (1957)*

Estas interpretaciones de Leibenstein (1957) motivaron a Becker (1960) (citado en Barrera, 2011), a implementar el esquema de elección racional a través del desarrollo de una función de utilidad, para explicar los cambios en las tasas de fecundidad, permitiendo así la construcción de un modelo formal en el que se explicarán los factores que determinan el número de hijos en cantidad y calidad, siendo presentados de acuerdo con los niveles de ingreso de las familias y el precio relativo de los bienes, por lo cual este análisis es el punto de partida del autor en sus futuras investigaciones.

Becker y Lewis (1973) desarrollan una teoría formal centrada en la fecundidad y en las transferencias intergeneracionales, para explicar la transición demográfica y las bajas tasas de fecundidad, que se venían evidenciando en los países desarrollados de Europa, finalizada la segunda guerra mundial. Encuentran que la caída en la fecundidad está relacionada con incrementos en los salarios reales que reciben las mujeres en el mercado de trabajo. Argumentan que tanto la madre como el padre se preocupan por el número de hijos que tienen y por su bienestar económico. Becker expone la existencia de sustitutos en los niños, explicando que un consumidor puede sustituir en comprar un gran número de televisores más baratos, que pocos televisores caros. Por lo tanto, los padres pueden elegir el número de hijos que puedan tener en su familia. Por otro lado, exponen la interacción calidad-cantidad de la siguiente manera: Los salarios crecientes de las mujeres las incentivan a invertir en capital humano y a disminuir el tamaño de su familia. La crianza de cada hijo genera un mayor costo en el uso del tiempo, sin tener en cuenta las habilidades de los padres, por lo tanto, si el valor del tiempo de los padres se incrementa, la cantidad de hijos será más cara. Cuando los salarios de las mujeres aumentan, ellas encuentran un costo creciente en la cantidad de hijos respecto a la calidad. Esto incentiva a disminuir el tamaño de las familias y a aumentar las inversiones físicas y humanas en sus niños. A medida que se tienen menos hijos, los padres invierten más en ellos, sobre todo en educación.

Schultz (1973) se alinea a la idea de Becker y Lewis (1973) con el argumento de que el costo de los hijos se incrementa a medida que el precio del tiempo humano aumenta. Destaca que la crianza de los niños es trabajo intensivo en términos del tiempo que son elaborados por la madre. Un niño pequeño demanda un mayor tiempo por parte de su madre en su crianza, y a medida que crece, su tiempo en crianza disminuye y se vuelve más costoso en términos de otros recursos familiares que se necesitan en su educación.

El autor expone que la inversión en capital humano, está fundamentada en la idea en la que se tienen ciertos gastos llamados sacrificios, con el fin de crear un cierto stock productivo, originado en seres humanos que proveen servicios en periodos futuros. Estos sacrificios consisten en servicios productivos que se traducen en ganancias futuras tanto en consumo y satisfacciones que se acumulan a lo largo de su vida. De acuerdo a esta idea, los niños son formas de capital humano. En términos de los sacrificios, en cuidar y criar a sus hijos, los padres en países ricos obtienen futuras satisfacciones personales de ellos, mientras que, en los países pobres, los niños también ayudan en el ingreso futuro de sus padres a través del trabajo realizado en los hogares y granjas por el alimento que los proveerán sus padres cuando ellos no tengan la capacidad física de producirlos por sí mismos. Se postula que los padres responden a consideraciones económicas, comparando los sacrificios marginales y satisfacciones, incluyendo los valores productivos que esperan tener de sus hijos. Por lo tanto, la fertilidad está influenciada por los precios, por el ingreso y por la formación de capital humano en los hijos.

Becker Murphy y Tamura (1990) analizan en primera medida la fecundidad, especialmente en la intensidad del tiempo de crianza de los hijos y el efecto del número de hijos en la tasa de descuento del consumo futuro. Este modelo destaca al capital humano como fuente principal del crecimiento económico. El capital humano es intensivo en capital humano. El sector del capital humano emplea más de este por unidad de producción, si se compara con el sector consumo, crianza de los hijos y el capital físico (Becker,1990). Una característica fundamental son las tasas de rendimiento del capital humano, que no disminuyen al mismo tiempo con el aumento del stock de capital humano.

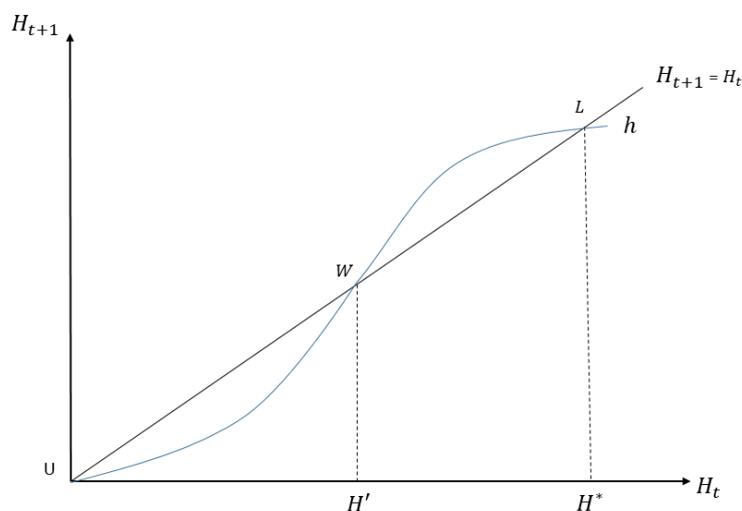
El capital humano presenta una característica de rendimientos crecientes respecto a su volumen de existencias. De acuerdo a esta característica, en los países ricos en capital humano, los rendimientos de la inversión de esta serán mayores que las inversiones en las familias (Becker,1990). Pero cuando el capital humano es escaso, los rendimientos de la inversión en capital humano serán inferiores a los de la inversión en la descendencia (Becker 1990). En consecuencia, en una sociedad con una cantidad limitada de capital humano, la gente tiende a elegir una tasa de fertilidad más alta y a invertir poco en cada hijo (Becker,1990). Por lo tanto, se forman diferentes estados estables, respectivamente, en sociedades con abundante stock de capital humano.

El enfoque se basa en el supuesto de que una mayor fecundidad de la generación actual aumenta el descuento del consumo futuro per cápita en las funciones de utilidad intertemporal que guía las decisiones de consumo y de otro tipo. En efecto, una mayor fecundidad desalienta las inversiones en capital humano y físico. Inversamente, el aumento de las reservas de capital reduce la demanda de hijos porque genera un aumento en los costos del tiempo dedicado al cuidado de los niños. Becker (1990) hace hincapié en la endogeneidad de la fecundidad que conduce a múltiples estados estables: 1) En un estado estacionario “Malthusiano” sin desarrollo, en el cual se presentan altas tasas de fertilidad y bajos niveles de capital humano. 2) un estado estacionario desarrollado con una fecundidad menor y abundantes reservas de capital humano y físico.

Para analizar las implicaciones de estos supuestos sobre el capital humano y la fecundidad tiene en cuenta la siguiente desigualdad:

$$[a(n_u)]^{-1} > R_h \quad \text{cuando } H = 0 \quad (1)$$

La tasa de descuento sobre el consumo futuro  $[a(n_u)]^{-1}$  depende negativamente de la fertilidad ( $n$ ), que tiende a ser alta cuando  $H$  es baja porque el tiempo dedicado a tener y criar hijos es entonces barato.



**Ilustración 1** Estado estacionario con Capital Humano

**Fuente:** Elaboración propia apoyada en Becker (1990)

La ilustración 1 muestra la relación entre el capital humano en el eje horizontal del tiempo  $t$  y el eje vertical del tiempo  $t+1$ . Se encuentra que  $U$  y  $L$  son puntos de crecimiento constante. Cuando el volumen de existencias de capital humano  $H^*$  es inferior a  $H'$ . La economía está más cerca del punto  $U$  porque los ingresos procedentes de la inversión en capital humano son menores que el consumo futuro. Sin embargo, cuando  $H^*$  es menor que  $H'$  la acumulación de capital humano ha alcanzado un determinado nivel y la inversión en capital humano sigue creciendo debido a su creciente renta. La demanda de niños disminuye porque se vuelven más “caros”. Por lo tanto, el crecimiento económico alcanzará un estado estacionario en estas condiciones:

$$[a(n^*)]^{-1} = R_h(H^*) \quad \text{cuando } H = H^* \quad (2)$$

El lado derecho de la ecuación es el rendimiento de la inversión en capital humano.  $n^*$  Es la tasa de fertilidad en estado estacionario. Un aumento del Stock de capital humano genera un aumento en la renta per cápita y, por tanto, tiene un efecto positivo sobre la renta y un efecto negativo de sustitución en la demanda de niños.

Los supuestos del modelo afirman que todo el mundo es idéntico y vive durante 2 períodos (la infancia y la edad adulta); trabajan  $T$  horas como adulto y dedica todo su tiempo de infancia a la inversión de capital humano; el sector consumo tiene rendimientos crecientes a escala en la cantidad de tiempo y entre otros supuestos, donde se enumeran a continuación:

- Una persona elige tener  $n$  hijos al principio del periodo adulto, en el que se gastan  $V$  horas y  $f$  unidades de bienes en la crianza de cada hijo ( $V$  y  $f$  son constantes) y cada hijo está dotado de  $H^0$  unidades de habilidades productivas.
- El capital humano de los niños depende de las dotaciones y del capital humano ( $H$ ) de sus profesores-padres y del tiempo ( $h$ ) dedicado a la enseñanza.
- Las tasas de rendimiento son bajas cuando hay poco capital humano, y crecen al menos durante un tiempo a medida que este aumenta.

Un supuesto del modelo sobre la fecundidad proviene de Becker & Barro (1988) en su investigación sobre las familias dinásticas, en el cual afirman que la tasa de descuento aplicada por la generación actual al consumo per cápita de las generaciones siguientes, depende negativamente de la fecundidad de la generación actual. Describen el supuesto mediante una

función de utilidad en donde los padres son altruistas hacia sus hijos. El descuento entre generaciones está determinado por el grado de altruismo de los padres por cada hijo. La utilidad marginal decreciente implica que la tasa de descuento aplicada a la utilidad de cada hijo disminuye a medida que aumenta el número de hijos. Esto lo explica en la ecuación (3):

$$V_t = u(c_t) + a(n_t)n_t V_{t+1} \quad (3)$$

En donde  $c_t$  es el consumo de los padres,  $n_t$  es el número de niños,  $a(n_t)$  es el grado de altruismo por niño y  $V_{t+1}$  las utilidades de los padres y de cada niño. El grado de altruismo está negativamente relacionado con el número de niños.

El capital humano de los niños depende de las dotaciones y del capital humano ( $H$ ) de sus profesores, padres y del tiempo ( $h$ ) dedicado a la enseñanza. Cada hijo está dotado de  $H^0$  unidades de habilidades productivas. Suponiendo una función de producción Cobb-Douglas y  $H^0$  y  $H$  como sus sustitutos perfectos, tenemos al capital humano en la ecuación (4):

$$H_{t-1} = Ah_t(bH^0 + H_t)^\beta \quad (4)$$

Donde  $A$  mide la productividad de las inversiones,  $b$  es el número de unidades de  $H^0 = H$  y  $\beta \leq 1$  mide el efecto de escala en la producción del capital humano. Si  $H$  es pequeño en relación con  $H^0$  y si  $\beta$  en la ecuación (5) está cerca de uno, las tasas de rendimiento aumentan a medida que una persona acumula más capital humano. Por lo tanto, la economía debería ser más eficiente con la acumulación de capital humano.

El sector consumo también tiene una función de producción Cobb-Douglas ampliada con el capital físico en la ecuación (5):

$$c_t + fn + \Delta K = D l_t (dH^0 + H)^\gamma K^{1-\gamma} \quad (5)$$

Donde  $c_t$  es el consumo per cápita de los adultos,  $\Delta K$  es la inversión bruta,  $D$  mide la productividad de este sector,  $l_t$  es el tiempo dedicado por cada adulto a la producción de bienes de consumo,  $d$  es el tipo de cambio entre  $H^0$  y  $H$ . Con el supuesto que el sector consumo tiene rendimientos constantes a escala en la cantidad de tiempo,  $l(dH^0 + H_t)$ .

La tasa de rendimiento de las inversiones en capital humano ( $R_h$ ) sería baja cuando  $H=0$  y aumentaría durante un tiempo a medida que  $H$  aumenta,

$$R_h = A(T - vn_u) \frac{(b H^0)^\beta}{dH^0} \quad (6)$$

Con  $\beta = 1$  la economía se aproxima a una senda de crecimiento en estado estacionario a medida que  $H$ , donde la fecundidad es constante y el capital humano, la capacidad física y el consumo per cápita crecen a la tasa  $g^*$ , dada por:

$$1 + g^* = \frac{H_{t+1}}{H_t} = \frac{K_{t+1}}{K_t} = \frac{c_{t+1}}{c_t} = \frac{\theta v A}{1 - \sigma - \varepsilon} \quad (7)$$

:

La tasa de fecundidad constante se encuentra despejando  $n^*$  en la ecuación (8):

$$\alpha n^{*\varepsilon} (T - vn^*) = A^{-1} (1 + g)^{1-\theta}$$

$$(8) \alpha \frac{1}{n^{*\varepsilon}} (T - vn^*) = A^{-1} (1 + g)^{1-\theta}$$

$$\frac{T - vn^*}{n^{*\varepsilon}} = \frac{(1 + g)^{1-\theta}}{\alpha A}$$

$$\frac{-vn^*}{n^{*\varepsilon}} = \frac{(1 + g)^{1-\theta} - T}{-v\alpha A}$$

$$\frac{n^*}{n^{*\varepsilon}} = \frac{(1 + g)^{1-\theta} - T}{-v\alpha A}$$

$$n^{*1-\varepsilon} = \frac{(1+g)^{1-\theta} - T}{-v\alpha A}$$

$$n^* = \sqrt[1-\varepsilon]{-\frac{(1+g)^{1-\theta} - T}{v\alpha A}} \quad (9)$$

La ecuación (9) muestra que un aumento de la productividad de las inversiones ( $A$ ) eleva la fecundidad ( $n^*$ ). El aumento de los costes del tiempo fijo de los niños ( $v$ ) o una función altruista más elástica ( $\varepsilon$ ) reduce ( $n^*$ ) y aumenta  $g^*$ , ya que las familias dejan de tener hijos cuando estos son más caros y poseen a invertir más en cada uno de ellos.

### 3. Literatura empírica

En esta sección se reúne una serie de estudios empíricos basados en demostrar la importancia del capital humano y el crecimiento económico como determinantes de la fecundidad, para determinadas regiones o países. Para iniciar, se encuentra el estudio planteado por Ahituv y Moav (2002) desarrollan una explicación empírica y teórica sobre la relación entre la fecundidad, educación y crecimiento económico. Su objetivo es determinar la relación entre las variables en donde agrupan a los países en dos clubes de fecundidad. El club de alta fecundidad se caracteriza por tener una baja inversión en educación, bajas tasas de capital e ingresos bajos. En contraste, el club de baja fecundidad posee una alta inversión en educación, elevadas tasas de capital y altos ingresos. Emplean la metodología de datos panel para validar la relación entre estas variables de estudio, utilizando un amplio conjunto de datos demográficos, sociales, políticos y de renta entre 1965 a 1989. Toman como variables dependientes: el logaritmo de la tasa de fecundidad y del PIB, la inscripción a la escuela secundaria, el crecimiento del PIB, y el crecimiento de la escuela secundaria. Concluyen que se presentan relaciones negativas entre el crecimiento económico y la fecundidad, y entre la fecundidad y la educación. Además, encuentran que las mejoras en educación favorecen a la aparición de una transición demográfica de reducción de la fecundidad, favoreciendo a efectos económicos favorables.

Fluckiger y Ludwig (2017) buscan examinar la relación entre urbanización, fecundidad y educación infantil aplicado al África Subsahariana. Su objetivo es comprobar la relación entre urbanización, fecundidad y educación infantil en esta región del África. Evalúan esta relación a nivel individual donde se implementa la metodología de configuración de regresión OLS transversal. La variable resultada para el individuo que vive en la región  $r$  y en el país  $c$  se toma como dependiente. Los autores utilizan datos a nivel individual con el fin de estudiar las diferencias individuales en las zonas rurales y urbanas, teniendo en cuenta las variables como: características de la edad y aspectos regionales tomándolas como constantes. Concluyen que las interrelaciones entre urbanización, la fecundidad y la inversión de capital humano en la educación infantil en la región está acorde a un crecimiento post Malthusiano.

Ortiz y Encalada (2018) analizan las tasas de fecundidad y el crecimiento económico a nivel global aplicado a países con diferentes niveles de ingreso. Su objetivo es examinar la relación de corto y largo plazo entre la tasa de fecundidad y el PIB per cápita, considerando la estructura

económica de 135 países a nivel global. Posteriormente, buscan si las tasas de fecundidad y el PIB per cápita tienen una relación de largo plazo en los países de altos ingresos, mientras que en los países de ingresos bajos las tasas de fecundidad podrían estar afectando negativamente al desarrollo. Para verificar esta relación, se utilizan datos del Banco Mundial entre un periodo desde 1980 a 2016, empleando la metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios para verificar la relación entre la tasa de fecundidad y el PIB per cápita a nivel global. A partir de lo anterior, derivan el modelo teórico para su aplicación a datos panel, utilizando técnicas de integración para analizar sus efectos en el tiempo. Concluyen que existe equilibrio en el largo plazo de las variables del PIB per cápita y la tasa de fecundidad.

Legarda (2019) habla sobre la escasez de investigaciones que se presentan en la región de las Américas en temas del capital humano y su efecto en el crecimiento poblacional. El objetivo es determinar la relación entre la acumulación del capital humano y el crecimiento poblacional que se ha evidenciado en el Ecuador. La metodología consiste en un modelo econométrico de regresión OLS planteada por Fluckiger y Ludwig (2017), acompañado de un análisis de datos panel con efectos fijos, adicionando la variable edad. Para la validación de este modelo se utilizan datos de la encuesta condiciones de vida implementada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos del Ecuador. Concluye que la educación como variable del capital humano disminuye considerablemente las tasas de fecundidad, causando una disminución del crecimiento de la población en este país. La urbanización constituye una variable importante sobre la fertilidad debido a la importancia que tiene a la posibilidad de conseguir un empleo o progresar económicamente para la crianza de un niño.

A. Ordoñez, Martínez y V. Ordoñez (2018), describieron los principales aportes en torno a la discusión teórica y empírica de la educación como motor del crecimiento económico, para la región de Centroamérica (Costa Rica, Guatemala, El Salvador, Honduras y Guatemala). Para esta investigación se utiliza el modelo de largo plazo (series de tiempo) del trabajo realizado por Kovacs (2007), en cual se utiliza como variable dependiente el PIB per cápita, y variables independientes al gasto público en educación respecto al PIB, la tasa de analfabetismo, la ratio alumno-maestro y una constante. Estas variables buscan explicar parte del comportamiento del PIB per cápita. Finaliza su análisis observando que, en relación a la distribución del capital humano, se encuentra que las personas con mayor educación y más jóvenes aportan más a la acumulación de stock de capital humano, y termina evaluándose la tasa de analfabetismo y el gasto público en educación, como los indicadores educativos que más peso tienen en el PIB

per cápita. Además, concuerda con la teoría, ya que, si se observa una disminución en la tasa de analfabetismo, promueve el incremento en la productividad, esto representa la inversión en el capital humano, y su efecto positivo en el crecimiento económico.

La evidencia sobre la validación de la fecundidad, en el crecimiento económico y la acumulación del capital humano se destacan en Cáceres, Elías y Fernández (2005), donde plantean la discusión que la literatura sobre el crecimiento económico ha venido abordando desde el siglo XX, destacando el papel de las decisiones de fecundidad en las familias. Posteriormente, analizan los efectos de la inversión y acumulación de capital humano, sobre las decisiones de fertilidad con el fin de determinar su relevancia en el crecimiento económico en los países ricos, pobres y de ingreso medio. Proponen un modelo en el que relacionan la fertilidad, educación y el crecimiento económico para 187 países ordenados por su nivel de ingreso siguiendo la clasificación del Banco Mundial (ingreso bajo, ingreso medio bajo, ingreso medio alto e ingreso alto). Las variables como la fecundidad y el crecimiento del PIB per cápita son dependientes, con el fin de encontrar la relación entre la inversión y la educación medida con una variable proxy. Los resultados muestran que la fecundidad está inversamente relacionada con la inversión, el crecimiento económico y la educación, dando sustento al supuesto que existe un costo - beneficio entre cantidad y calidad de los hijos y que la educación tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico. Al realizar las estimaciones por niveles de ingreso, se encuentra que los resultados son similares a los obtenidos a partir de la muestra total a excepción de la variable educación para el caso de los países de ingreso bajo, esto podría explicarse considerando que en el grupo de países de ingresos bajos el nivel de educación no alcanza a ser significativo como para modificar las conductas referidas a la fecundidad.

Dentro la revisión de la literatura para el caso colombiano, se encontraron estudios como el de Pérez (2006) donde se analiza la evolución de la fecundidad en Colombia a nivel departamental, teniendo en cuenta determinantes como educación, empleo, planificación familiar, entre otros. Este documento tiene como objetivo destacar la importancia de reducir los niveles de fecundidad en Colombia a través de la implementación de políticas poblacionales a nivel regional, teniendo en cuenta sus respectivas características. Esto con el fin de reducir las brechas existentes entre los departamentos del centro y la periferia del país. Con datos de la Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDS) del año 2005, se realiza una serie de estimaciones por medio del método de Mínimos Cuadrados. Dentro de los resultados se

encuentra la fecundidad adolescente como el mayor problema que puede afectar seriamente las futuras tasas de fecundidad y de crecimiento de la población. Esto se debe a que la disminución en las tasas de fecundidad ha sido significativamente más lenta en el caso de las mujeres adolescentes. La investigación concluye que las mayores tasas de fecundidad, el mayor riesgo de embarazo adolescente, el menor acceso a métodos de planificación familiar y los menores niveles de educación se presentan en las mujeres que viven en los departamentos de la periferia del país. Por ello, es importante realizar políticas demográficas de acuerdo a las necesidades de cada departamento.

Gómez (2013) proporciona a la literatura colombiana vínculos positivos que se generan en el país entre el descenso de la fecundidad, el bono demográfico, el crecimiento económico y el desarrollo, para luego evaluar si las políticas públicas han contribuido a aprovechar las condiciones demográficas. Este estudio se realiza en el periodo de tiempo comprendido entre 1990 a 2010, tomando como fuente de datos las Encuestas Nacionales de Demografía y Salud (ENDS), Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) y el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE). Estos datos se usaron para documentar la reducción de la fecundidad, teniendo en cuenta relaciones de dependencia demográfica (el cociente entre la población potencialmente inactiva y la población potencialmente activa), para mayor entendimiento del bono demográfico. Para la metodología del documento, se calcularon las magnitudes económicas del bono demográfico y su sectorial en educación. El estudio concluye, con el notorio diferencial entre departamentos, ya que persisten diferencias en los niveles de fecundidad, puesto que mientras varias regiones ya presentan bajas tasas de fecundidad, las áreas rurales y otras regiones, presencian una transición demográfica lenta. Adicionalmente, según los resultados Colombia cuenta con una porción significativa del bono demográfico, lo que permite disponer de tiempo suficiente para materializar la adopción de políticas apropiadas para tratar esta heterogeneidad entre departamentos. Estas políticas pueden ir enfocadas al ámbito del empleo y la educación, para resultados eficientes.

Teniendo en cuenta, la literatura colombiana encontramos estudios robustos con respecto a la dinámica de las tasas de fecundidad en el país. Sin embargo, la literatura fundamentada en el capital humano y el crecimiento económico como determinantes de la fecundidad no están muy bien definidas para el caso colombiano, abriendo un espacio para la presente investigación. El capital humano en este trabajo de grado, es explicado desde dos partes. La primera es la

acumulación y la segunda es la inversión. Para comprensión de este trabajo, se implementa el modelo de Becker, Murphy y Tamura (1990), donde se explican los cambios en la fecundidad, por medio del crecimiento económico y la acumulación e inversión en capital humano. Es importante resaltar que, en los estudios mencionados anteriormente para Colombia, es fundamental captar la heterogeneidad existente entre los departamentos a estudiar, debido a las brechas que se pueden presentar entre ellos. Por ello, esta investigación realiza su análisis desde una perspectiva departamental para un enfoque más completo.

#### 4. Datos

Esta sección presenta las variables relacionadas con el capital humano y el crecimiento económico como determinantes de la fecundidad. Adicionalmente, se realiza el respectivo análisis de su comportamiento y se expone la institución encargada de brindar la información correspondiente. Finalmente, se presenta el impacto esperado de las variables.

##### *Descripción de datos*

En este apartado se presenta el conglomerado de las variables a usar para alcanzar los objetivos establecidos en este trabajo de investigación. Estas variables conforman una base de datos, con información obtenida de fuentes como: el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Sistema Integrado de Matrícula de Educación Preescolar, Básica y Media (SIMAT). Los datos se tienen en cuenta para el periodo 2014 – 2018, manteniendo la intención de plantear el análisis para los 32 departamentos de Colombia y su respectiva capital, captando también el dato de la variable a nivel nacional.

La base de datos cuenta con la desventaja de no tener información del indicador *Años de educación alcanzados por la población* del año 2014 al 2018 para los siguientes departamentos: Arauca, Casanare, Putumayo, San Andrés y Providencia, Amazonas, Guainía, Guaviare, Quindío, Vaupés y Vichada. Adicionalmente, la capital del país, Bogotá D.C no tiene datos completos en los años que se están observando. Por lo anterior, el número de departamentos y la capital, debió ser acotado del estudio, para mayor precisión del modelo, obteniendo un total de 115 observaciones.

A continuación, se realiza una breve descripción de las variables, con sus respectivas estadísticas descriptivas y finalmente se plantea su impacto esperado en la investigación.

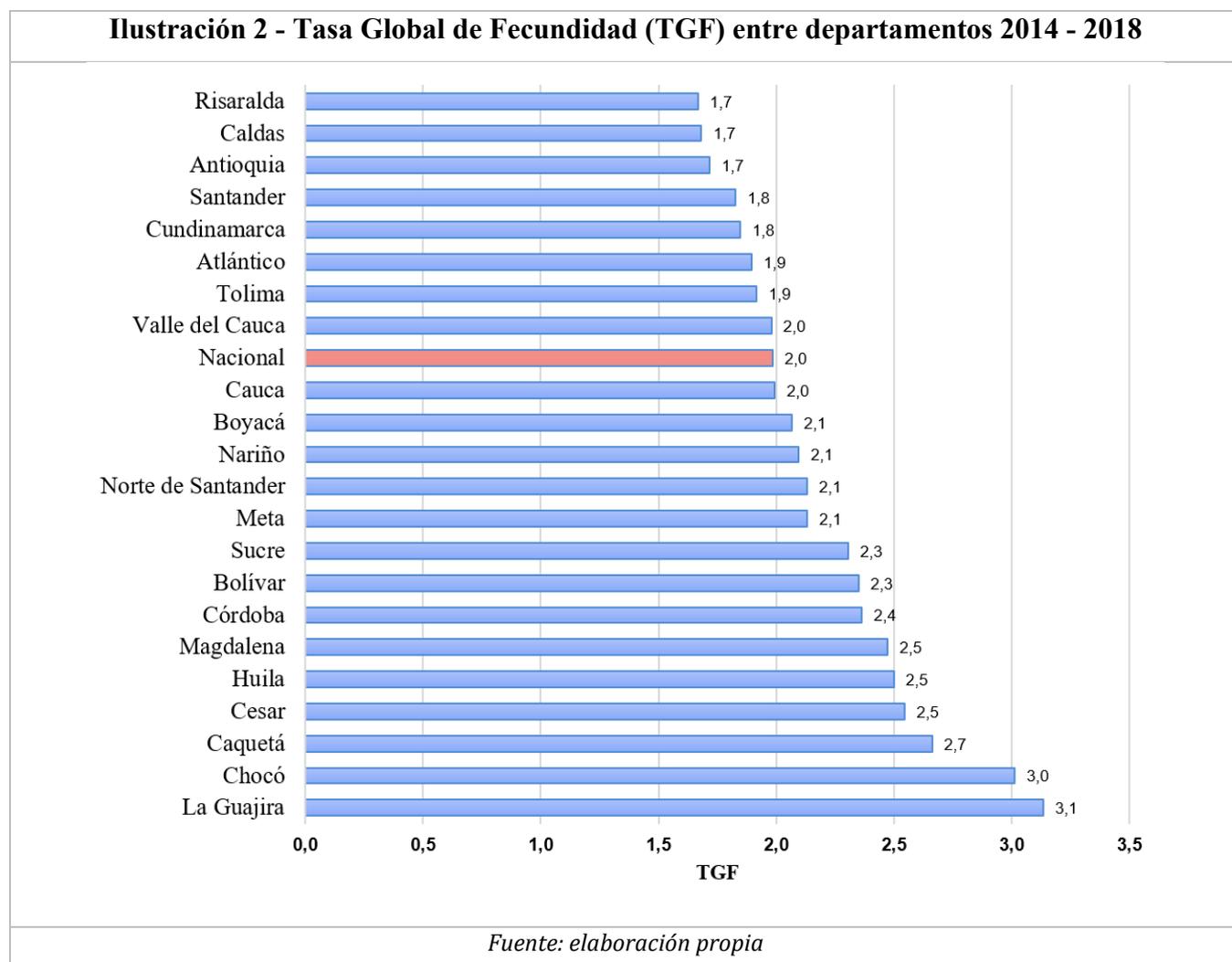
- **Tasa Global de Fecundidad (TGF)**

*Descripción:* La TGF es una medida de fecundidad, que define el número promedio esperado de hijos que habría de tener una mujer durante su vida, si en el transcurso de sus años reproductivos experimentar las tasas de fecundidad específicas por edad, para un determinado país o territorio, si no estuvieran expuestas a riesgos de mortalidad desde el

nacimiento hasta el término del período fértil. Esta tasa se obtiene de la suma de las tasas específicas de fecundidad multiplicado por la amplitud del grupo de edad de las madres<sup>2</sup>.

*Unidad de medida:* número de hijos por mujer

*Fuente:* Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE



Se observa que entre los departamentos, la Tasa Global de fecundidad tiene sus más altos niveles en el departamento de La Guajira, manteniendo un promedio dentro de los años estudiados de 3,1 hijos por mujer, superando la TGF nacional, la cual se sitúa en 2,0. Sus más bajos niveles se encuentran en el departamento de Risaralda con una tasa promedio de 1,7 hijos por mujer. Lo anterior nos permite observar la brecha existente entre los departamentos. De acuerdo a los datos, del año 2014 al 2018, el 67% ubica su Tasa Global de Fecundidad por encima de la tasa nacional, lo que da a entender que la implementación

<sup>2</sup> Tomado de Indicadores Básicos, 2015. Ministerio de Salud y Protección Social

de políticas demográficas para la reducción de la fecundidad, no están siendo eficientes para todos los departamentos. Esto teniendo en cuenta, que el dato nacional es un conglomerado de las tasas globales de fecundidad de los departamentos, y con base a esta información se plantean políticas demográficas a nivel nacional.

Es importante diseñar las políticas demográficas para la reducción de la fecundidad, bajo un esquema regional, ya que las tendencias no son homogéneas entre los departamentos, como se observa en la ilustración 2. Esto se debe a que la fecundidad, es una variable en la cual otros factores pueden influenciar en su comportamiento y estos factores pueden no proceder de la misma manera en todos los departamentos. Por esta razón, la fecundidad no maneja la misma dinámica entre ellos. Finalmente, está heterogeneidad entre los individuos de estudio con respecto a la fecundidad, se relaciona con la incidencia positiva o negativa de variables que intentan explicar su comportamiento, siendo este el objetivo primordial de esta investigación.

- **Tasa de crecimiento del PIB per cápita**

*Descripción:* es el indicador utilizado para establecer el crecimiento económico medio por habitante, en cada uno de los departamentos<sup>3</sup>. Resulta útil para indicar en totalidad los bienes y servicios finales generados en el departamento, siendo estos asignados a cada habitante en un año dado si esa riqueza se repartiera igualitariamente. Este indicador permite adecuar el modelo, en la variable crecimiento económico, bajo el análisis departamental.

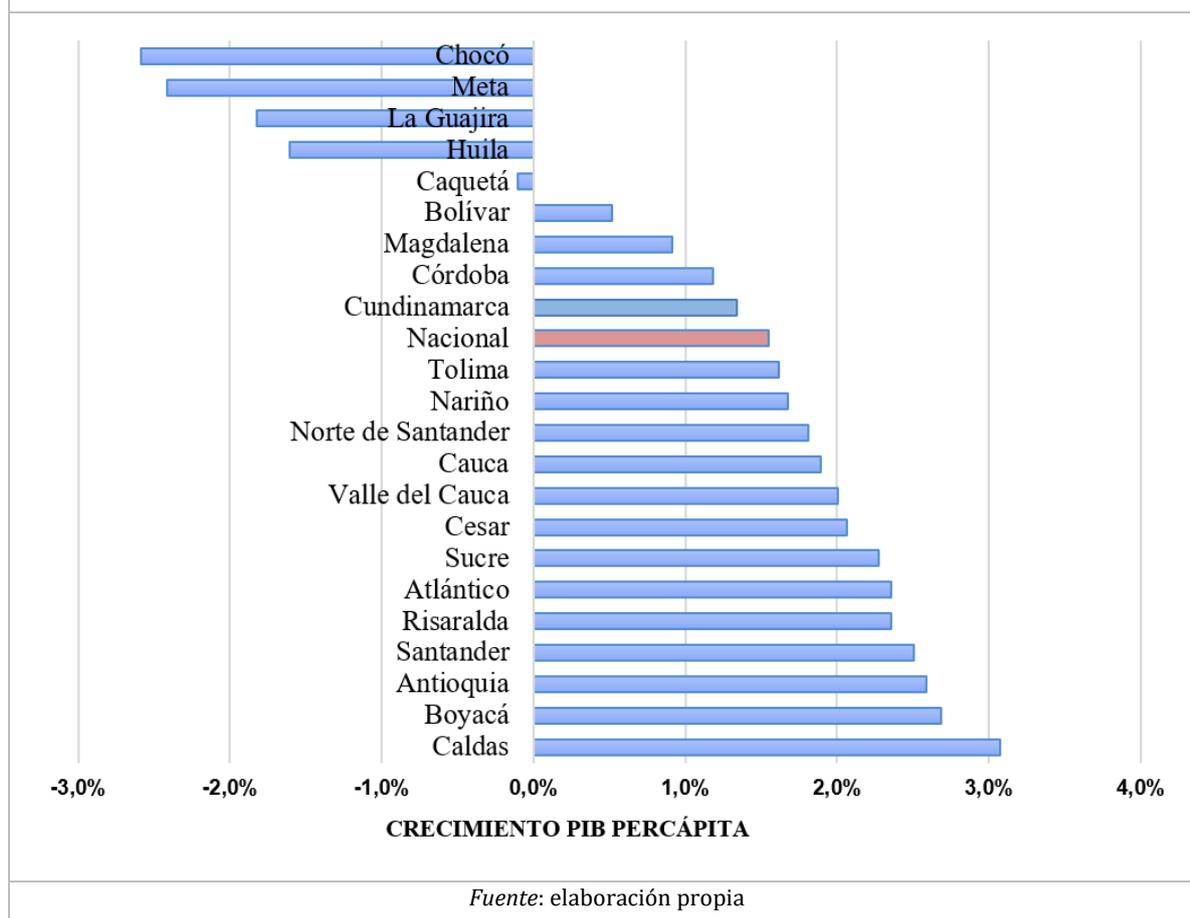
*Unidad de medida:* porcentaje anual

*Fuente:* Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE

---

<sup>3</sup> Tomado de Ficha Metodológica Cuentas Departamentales – DANE, pág. 2

**Ilustración 3 - Tasa de crecimiento PIB per cápita entre departamentos 2014 - 2018**



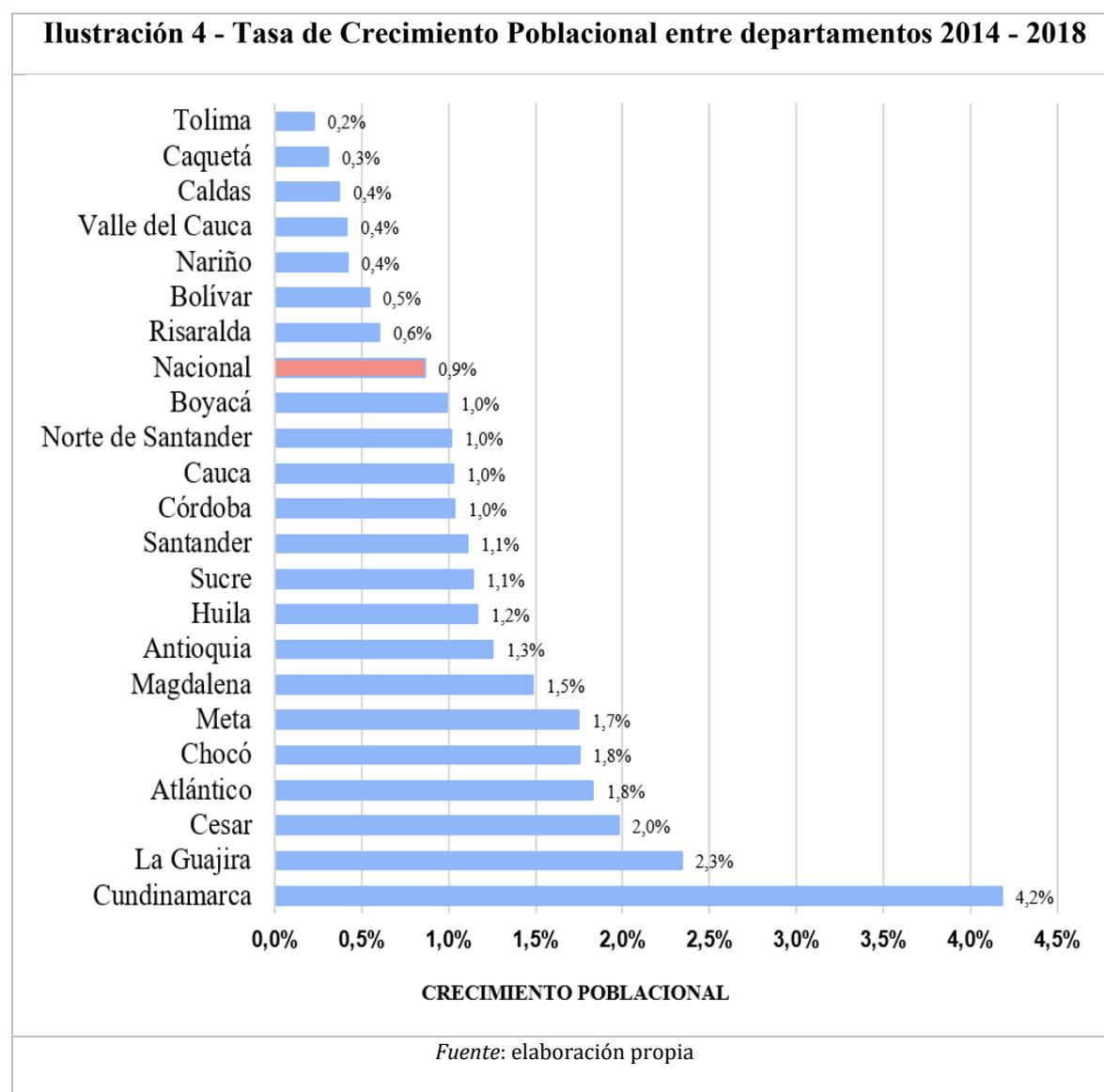
Teniendo en cuenta la variable Tasa de crecimiento PIB per cápita por departamentos, el crecimiento PIB per cápita más alto dentro del periodo de tiempo analizado se ubica en el departamento de Caldas, presenciando un crecimiento promedio de 3,1% durante los años 2014 – 2018. El departamento se posiciona como el mayor crecimiento económico promedio en comparación con los demás departamentos de Colombia, dentro del periodo de tiempo analizado. En otro extremo está el crecimiento económico más bajo a nivel nacional, ubicado en el departamento del Chocó. Con respecto a los departamentos en general, el 41% tiene sus niveles de crecimiento económico por debajo del dato nacional, de los cuales 5 departamentos, presentan un decrecimiento en su economía por habitante. Lo anterior permite evidenciar, que la brecha en crecimiento económico, es amplia entre los departamentos, teniendo en cuenta el periodo de estudio. Si se compara los extremos de los individuos de estudio, mientras un caldense crece económicamente en su ingreso per cápita un 3,1% en promedio, un chocono decrece económicamente un 2,6% en promedio. Este comportamiento oscila entre departamentos del país, resaltando la heterogeneidad existente entre los individuos de estudio.

- **Tasa de crecimiento poblacional**

*Descripción:* Representa el incremento relativo (crecimiento positivo o negativo), anual de la población atribuible al efecto combinado de la natalidad, la mortalidad (crecimiento vegetativo) y la migración (entradas y salidas)<sup>4</sup>.

*Unidad de medida:* Porcentaje

*Fuente:* Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE



<sup>4</sup> Tomado de: Elementos Poblacionales Básicos para la Planeación Segunda Edición - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Se observa que, entre los departamentos en promedio la mayor tasa de crecimiento poblacional es la de Cundinamarca ubicada en un 4,8% entre los años 2014 – 2018, bastante alta en comparación al crecimiento poblacional de Colombia del 0,9%. Las tasas más bajas se sitúan en el departamento del Tolima con un crecimiento promedio del 0,22% integrándose al 32% de los departamentos que presentan un crecimiento sostenido menor al nacional. Las tendencias son positivas para los departamentos, manteniendo un crecimiento sostenido en gran parte de ellos. De acuerdo a las tasas de crecimiento más altas del país, procede la de la Guajira, la cual promedia una tasa de crecimiento del 2,3%, teniendo en cuenta, que tiene la mayor Tasa Global de Fecundidad, la cual en promedio de los años 2014 – 2018 es de 3,1 hijos por mujer, influyendo en el alto crecimiento poblacional que evidencia este departamento. Por otro lado tenemos a Risaralda, el cual es el departamento con la menor Tasa Global de Fecundidad, y se encuentra entre el 32% de individuos, con crecimiento poblacional por debajo del dato nacional.

- **Años de educación**

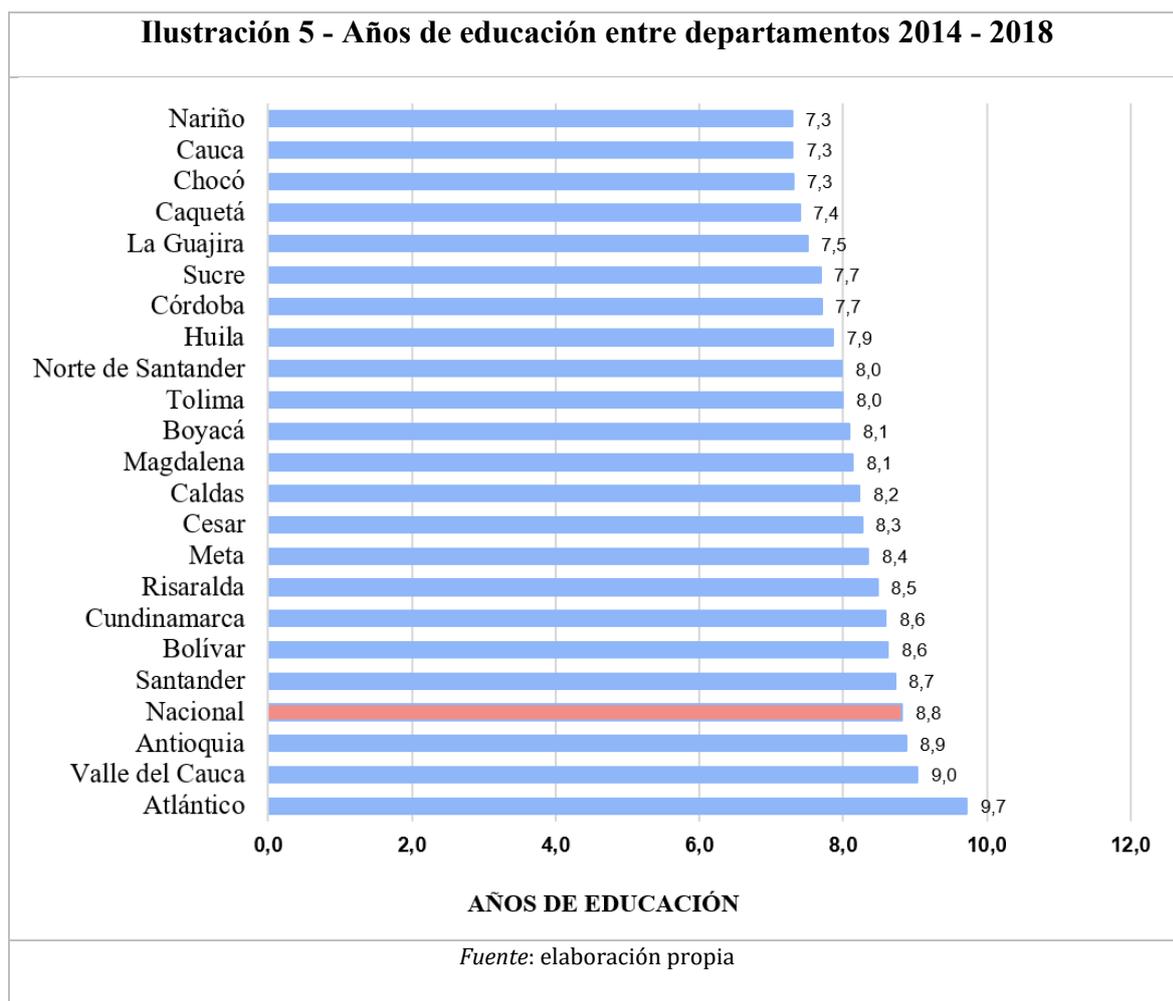
*Descripción:* este indicador de impacto de frecuencia anual, indica el promedio de los años de educación alcanzados por la población. Este indicador suele calcularse para 15 años en adelante. Este es un indicador aproximado del esfuerzo que ha hecho el país para construir capital humano. Al dar cuenta de los años de escolaridad promedio que efectivamente posee una población en un territorio permite caracterizar el capital humano, lo que condiciona la inserción al mercado laboral y las potencialidades de desarrollo social y económico que tiene un país<sup>5</sup>.

*Unidad de medida:* años promedio de educación.

*Fuente:* Departamento Nacional de Planeación DNP.

---

<sup>5</sup> Tomado de: sistema nacional de indicadores educativos para los niveles de preescolar, básica y media en Colombia - Ministerio De Educación Nacional. Pág. 87



Teniendo en cuenta la variable Años de Escolaridad, el nivel de educación de los departamentos evidencia una tendencia positiva entre ellos, los promedios oscilan dentro de un intervalo de 7,3 y 9,7 años de escolaridad, entre los años 2014 y 2018. Para el caso del Atlántico, presenta las tasas más altas a nivel nacional, iniciando en 9,6 años de educación para el 2014, logró crecer 2,5% hasta el 2018, posicionando el departamento con los más altos niveles de educación en su población, superando el índice nacional que promedia una tasa del 8,8. Por otro lado, las menores tasas se encuentran en el departamento de Nariño, con una tasa promedio entre los años de estudio, del 7,3. El crecimiento de esta variable presentó un crecimiento importante del 7,3 % dentro de estos años, estando por encima del crecimiento de la tasa nacional, la cual fue del 4,5%, demostrando los esfuerzos del departamento por mejorar su capital humano.

En general, el 86% de los departamentos se ubican por debajo del dato nacional, el cual es de 8,8 años de educación. Sin embargo, los departamentos han presentado crecimientos

significativos. Se tiene en cuenta que la brecha entre departamentos en el ámbito educativo es notoria, pero no amplia. Resaltando que la escolaridad promedio de la población colombiana ha ido en aumento, evidenciando el esfuerzo de los departamentos por formar capital humano de calidad, mejorando el potencial de las regiones. Dentro de los departamentos se destaca el Magdalena, el cual obtuvo un crecimiento del 9,8%, dentro del periodo analizado, siendo el más alto crecimiento de los años estudiados, posicionándose en el puesto 12 en comparación a los demás departamentos, con una tasa promedio de 8,1 años de escolaridad.

- **Tasa de cobertura en educación superior**

*Descripción:* Muestra la relación entre los alumnos matriculados en el nivel de pregrado (técnico profesional, tecnológico y universitario) y la población mayor a 17 años, por lo tanto, mide la participación de los jóvenes y adultos que se encuentran efectivamente cursando un programa de formación en educación superior. <sup>6</sup>.

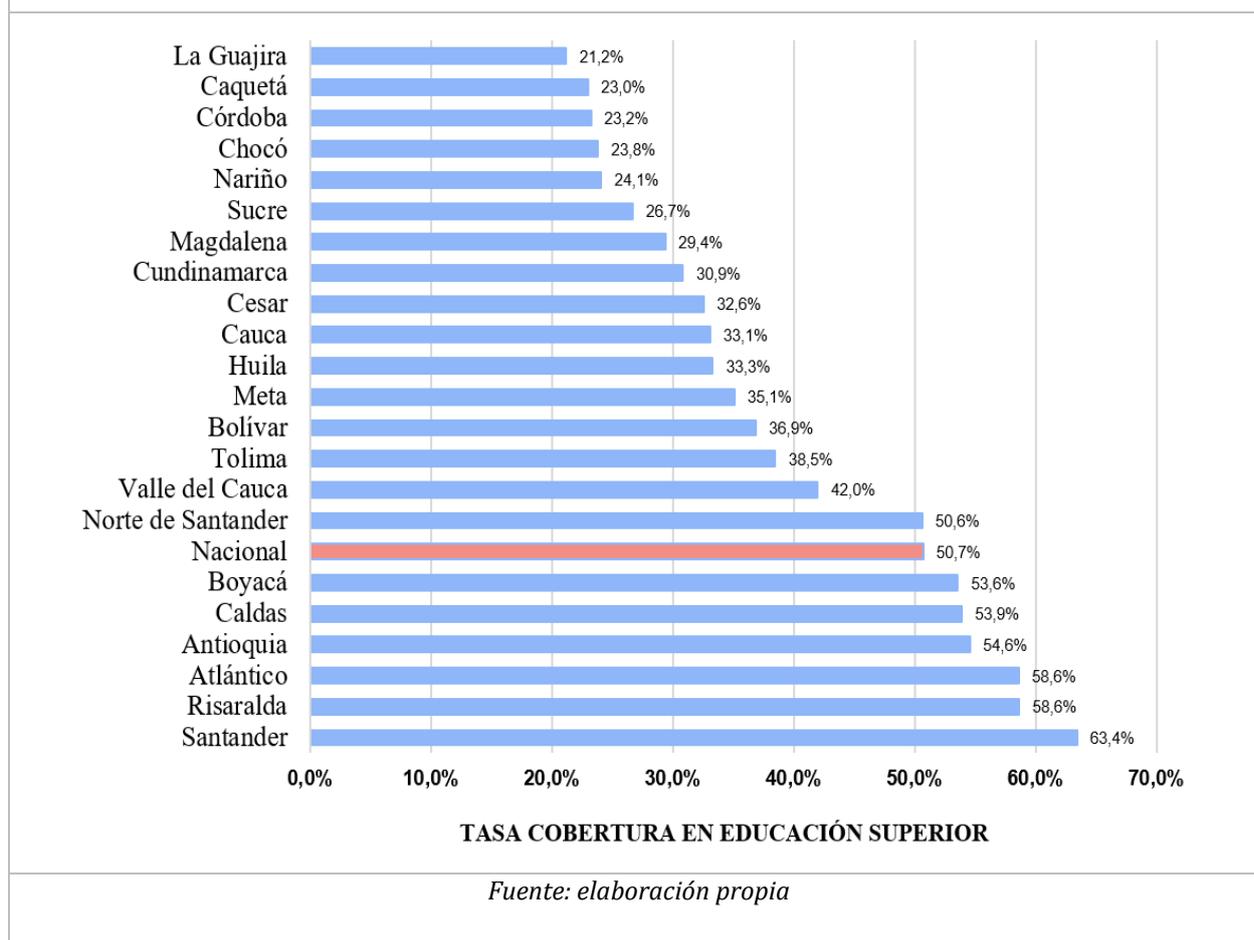
*Unidad de medida:* porcentaje de cobertura.

*Fuente:* Departamento Nacional de planeación (DNP).

---

<sup>6</sup> Tomado de Fichas Técnicas Indicadores Educación Superior - Ministerio De Educación Nacional. Pág. 1.

**Ilustración 6 - Tasa de cobertura en educación superior entre departamentos 2014 - 2018**



Se observa que las mayores tasas de cobertura están ubicadas en el departamento de Santander promediando una cobertura neta en educación de 63% dentro de los años 2014 – 2018, seguida por los departamentos Atlántico y Risaralda con tasas del 58% cada una. Esto ha llevado a estos departamentos a posicionar sus tasas promedio de escolaridad entre las mejores a nivel nacional, evidenciando su esfuerzo por invertir en el capital humano de sus habitantes. En el otro extremo, están las de cobertura más bajas ubicadas en el departamento de La Guajira, con un promedio de 21,2%. Lo anterior resalta la dificultad que tiene el departamento al formar a su población, debido a que su tasa de escolaridad se encuentra también entre las más bajas a nivel nacional y dentro del periodo de análisis. En general, el 73 % de los departamentos se encuentra por debajo de la inversión en educación superior nacional, recalcando que el trabajo para mejorar la inversión en capital humano en los departamentos, es largo todavía. La brecha para esta variable, es bastante amplia, mientras en la Guajira durante los años 2014 - 2018 se cubre en un 21,2% la educación superior, en Santander se cubre un 63%. Solo 6 departamentos se encuentran por encima del promedio nacional, lo que indica que la cobertura nacional, puede

dar resultados altos, pero internamente la cobertura es alta para un pequeño grupo de departamentos.

La tabla 1, presenta el impacto esperado de las variables a utilizar. Por ejemplo, se espera que los Años de Escolaridad de la Población, generen un decrecimiento en la Tasa Global de Fecundidad. Los datos son suministrados por instituciones nacionales especializadas en la recopilación de información.

**Tabla 1 - Resumen e impacto esperado de las variables**

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	IMPACTO ESPERADO	FUENTE
Tasa Global de Fecundidad (TGF)	Número de hijos por mujer	Variable dependiente.	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
Tasa de crecimiento poblacional	Representa el incremento relativo anual de la población, teniendo en cuenta la natalidad, la mortalidad y la migración.	Impacto positivo en la fecundidad	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
Tasa de crecimiento del PIB per cápita por departamento	El PIB per cápita es el producto interno bruto dividido por la población	Impacto negativo en la fecundidad	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
Años de educación de la población	Promedio de años de educación alcanzados por la población	Impacto negativo en la fecundidad	Departamento Nacional de Planeación DNP
Tasa de Cobertura en Educación Superior	Relación entre los alumnos matriculados en el nivel de pregrado (técnico profesional, tecnológico y universitario) y la población	Impacto negativo en la fecundidad	Departamento Nacional de Planeación DNP

*Fuente: elaboración propia*

## 5. Modelo econométrico y resultados

En esta sección se presenta el modelo econométrico donde se valida la relación entre la fecundidad, educación y crecimiento económico. Se va a tener en cuenta 23 individuos y un periodo de tiempo de 5 años. Se utiliza el modelo econométrico de datos panel con efectos aleatorios, mediante una ecuación que define la relación entre estas variables para 23 departamentos de Colombia (*Ver anexo 1*).

Se presentan los resultados de la regresión planteada, mostrando el impacto esperado de estas variables sobre la fecundidad. El modelo se apoya en el estudio empírico de Cáceres, Elías & Fernández (2005) y en la ecuación (9) planteada en el marco teórico. Según Baltagi (1995), el principal objetivo en el análisis de información de datos panel, es tener la capacidad del modelo de capturar la heterogeneidad no observable, ya sea entre agentes económicos o de estudio, así como también en el tiempo, dado que esta heterogeneidad no se puede detectar fácilmente con estudios de series temporales ni tampoco con los de corte transversal.

### ***Modelo econométrico***

De acuerdo a la disponibilidad de datos, se tienen en cuenta 23 departamentos (incluyendo el dato nacional) y se observan los datos en un periodo de 5 años (2014-2018), teniendo un total de 115 observaciones. Dentro del análisis de las variables, se toman como variable proxy para el capital humano, los años de escolaridad de la población. Además, se toma la variable proxy de la inversión en educación, la tasa de cobertura neta. Al modelo de datos panel se le aplicó la prueba de heterocedasticidad y el test de Hausman.

Teniendo en cuenta lo anterior, se plantean la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \ln(FEC_{i,t}) = & \beta_0 + \beta_1 \ln(PIBPER_{i,t}) + \beta_2 \ln(POB_{i,t}) + \beta_3 \ln(EDU_{i,t}) + \beta_4 \ln(INV_{i,t}) \\ & + \varepsilon_{i,t} \end{aligned}$$

Donde la variable dependiente  $\ln(FEC_{i,t})$  es el logaritmo natural de la fecundidad representada en la tasa global de fecundidad medida como número de hijos por mujer.  $\beta_0 \dots \dots \beta_4$  son los coeficientes estimados.  $\ln(PIBPER_{i,t})$  es el logaritmo natural del ingreso per cápita de cada departamento.  $\ln(POB_{i,t})$  es el logaritmo natural representado en la tasa de crecimiento poblacional; a estas variables se le aplican algoritmos para detectar la

tendencia. La variable *EDU* son los años de escolaridad de la población. La variable *INV* es la tasa de cobertura en educación superior. La  $\varepsilon_{i,t}$  es el término error. Se espera que ante cambios en el ingreso per cápita, la fecundidad disminuya. Ante cambios en los años de escolaridad de la población y en la tasa de cobertura neta en la educación, se espera que la fecundidad disminuya. Se espera que, ante cambios en la tasa de crecimiento poblacional, la fecundidad aumenta.

Para demostrar la significancia del modelo, es necesario la verificación de la existencia de heterocedasticidad y en caso de presentarse, aplicar su respectiva corrección. Se aplicó la prueba de detección de heterocedasticidad de Breusch-Pagan como se evidencia en la tabla 5 (*ver Anexo 3*), en donde el P value da como resultado 0,119 negando la evidencia de homocedasticidad. A continuación, se elabora el test de Hausman evidenciado en la tabla 4 (*ver Anexo 2*), donde arroja un resultado de 0,805, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula al ser mayor a 0,05 demostrando que es más eficiente el uso de los efectos aleatorios en el modelo.

**Tabla 2 - Regresión datos panel efectos aleatorios**

Variables	Coefficiente	Std. Error	Valor T	P valor		
(INTERCEPTO)	1,911	0,254	7,526	0,000 ***		
LOG(PIBPER)	-0,004	0,001	-2,994	0,003 **		
LOG(POB)	0,006	0,003	1,895	0,058.		
LOG(EDU)	-0.547	0,120	-4,550	0,000 ***		
LOG(INV)	-0,004	0,002	-2,275	0,023 *		
Códigos de Significancia	0	****0,001	*** 0,01	**0,05	*,0,1	''1
R- cuadrado: 0,621 R - cuadrado ajustado: 0,584 Chisq: 36,190 DF, p-valor: -0,000						

*Fuente: Elaboración propia  
Datos: Rstudio*

### *Análisis de resultados*

Como se observa en la Tabla 2, la variable ingreso per cápita presenta el signo esperado, siendo estadísticamente significativa, por lo cual presenta una relación inversa con la fecundidad. Este resultado implica que ante un aumento en un 1,0% del ingreso per cápita, la fecundidad disminuye en un 0,40%. Este impacto es el esperado de acuerdo a lo planteado en el modelo replicado. La variable del crecimiento poblacional no tiene un efecto significativo en cambios de la fecundidad, abordando que ni antes, ni después de la prueba de heterocedasticidad no presenta nivel de significancia en el modelo. El departamento de Caldas es el que presenta una mayor tasa de crecimiento del ingreso per cápita con un 3,1%.

La variable años de escolaridad en la población de 15 años en adelante, presenta el signo esperado con un nivel significancia, de acuerdo a la hipótesis planteada, y es acorde al resultado del modelo replicado. De acuerdo a lo anterior, se evidencia que ante un aumento en un 1,0% en los años de escolaridad, la fecundidad disminuirá en un 55,0%. Atlántico, presenta la tasa más alta de años de escolaridad a nivel nacional, iniciando en 9,6 años de educación para el 2014, logrando crecer 2,5% en el 2018, posicionando el departamento con los más altos niveles de educación en su población, superando el índice nacional que es del 8,8. A su vez, Atlántico hace parte del grupo de departamentos que presentan una tasa global de fecundidad baja con 1,9 hijos por mujer, esto es acorde a la hipótesis planteada.

La variable de la tasa de cobertura de educación superior presenta el impacto esperado sobre la variable dependiente de la fecundidad, siendo estadísticamente significativa. Esta variable explica la relación entre la fecundidad y la tasa de cobertura en educación de manera inversa, acorde a lo planteado por la teoría y la literatura empírica. Se evidencia que ante un aumento en un 1,0% en la tasa de cobertura de educación, la fecundidad disminuirá en un 0,40%. Este impacto explica que los padres tienen un alto valor del tiempo, es decir, sus tasas de retorno son altas en capital humano, lo que implica que el tiempo empleado en la crianza de los hijos es costoso; por lo tanto, las familias optimizan el tiempo teniendo pocos hijos y dotando a cada uno de ellos de altos niveles de capital humano.

## Conclusiones

En cumplimiento del objetivo de la investigación, se analizó la incidencia del crecimiento económico, la acumulación e inversión en capital humano, sobre las decisiones de fecundidad en los departamentos de Colombia. En la investigación, los resultados esperados se dan de manera significativa dentro del modelo econométrico. Para el cumplimiento de este objetivo, se analizaron indicadores demográficos, educativos y económicos, que permiten dar a conocer el comportamiento de las variables a usar en los diferentes departamentos, mostrando heterogeneidad en los datos, debido a las brechas existentes en algunas variables. Este es el caso de la variable Cobertura en Educación Superior, mientras el departamento de la Guajira tiene un 21,2% de cobertura, el departamento de Santander presenta un 63,4%. Las brechas que se presentan en los indicadores, son algunas más amplias que otras. Esto resalta la importancia de realizar el estudio departamental, para captar la heterogeneidad presente entre los individuos de estudio, para una vista general del comportamiento de la fecundidad, explicada desde el capital humano y el crecimiento económico. Posteriormente, de acuerdo al modelo teórico y las variables ajustadas, se establece la ecuación a utilizar para estimar el modelo econométrico de acuerdo a la hipótesis planteada. Se realizó un análisis con 22 de 32 departamentos que componen a Colombia, adicionando el dato nacional, para un total de 23 individuos, por medio de la técnica de datos panel con efectos fijos, en el periodo de tiempo 2014 – 2018.

Las referencias teóricas y empíricas, reflejaron concordancia con la investigación. De acuerdo al modelo planteado por Becker, Murphy y Tamura (1990), en el cual explican que un aumento en el capital humano (considerando la educación como su principal fuente de producción), y en el crecimiento económico per cápita, generan una disminución de la fecundidad. Esto se debe a que se puede invertir lo necesario para tener un adecuado stock de capital humano. La investigación, demuestra un comportamiento similar para Colombia. De acuerdo al análisis estadístico, en gran parte de los departamentos se refleja un aumento en los años promedio de educación y una disminución en la Tasa Global de Fecundidad. Por ejemplo, en el departamento del Valle del Cauca entre el periodo 2014 – 2018, se evidenció una disminución de la Tasa Global de Fecundidad en un 3% y aumentó los años de escolaridad en un 5%, un comportamiento presente en la mayoría de los departamentos analizados.

Con base a los resultados obtenidos del modelo econométrico se pudo confirmar la relación inversa que existe entre el crecimiento económico, la acumulación e inversión en capital

humano con la fecundidad. Los resultados demuestran que la tasa de años de escolaridad es el indicador que más grado de intensidad tuvo en la Tasa Global de Fecundidad (TGF), demostrando que la acumulación de capital humano es un factor determinante en la reducción de la fecundidad en las mujeres; por cada nuevo nivel de educación adquirido, las mujeres reducen su fecundidad en un 5%, una cifra alta en relación a las otras variables. Para el caso del crecimiento de la tasa PIB per cápita, muestra una relación negativa con la fecundidad, lo que nos da entender que ante un incremento en los ingresos de las mujeres, causa un aumento en el costo de concebir hijos. En relación al crecimiento poblacional, las estimaciones indican una relación positiva entre la fecundidad y el crecimiento de la población, sin embargo, no es significativo para el modelo.

Inicialmente la investigación busca la causalidad, ya que partía de un modelo teórico base, en el cual el crecimiento económico y el capital humano tienen un efecto en la fecundidad. Sin embargo, por la disponibilidad de datos no fue posible demostrar claramente dicha causalidad para el caso colombiano. Sin embargo, se demostró la correlación de las variables, lo cual tuvo resultados significativos, estableciendo el grado de intensidad en las variables de estudio. Finalmente, el presente documento permite a la literatura generar la discusión sobre las dinámicas de fecundidad en el país y sus diferentes departamentos desde una perspectiva económica, y educativa, fortaleciendo el cuerpo teórico existente y, principalmente, iniciando un tema de estudio que hoy en día no está fuertemente especificado a nivel regional, dada la escasez o inexistencia de trabajos relacionados al tema de interés. Esto permite abrir el camino, hacia futuras investigaciones encaminadas a establecer los determinantes de la fecundidad para el caso colombiano, brindando información a nivel departamental, resaltando la heterogeneidad presente en los datos.

## **Recomendaciones de política económica**

De manera general se realiza un análisis que permite confirmar la correlación entre la fecundidad, crecimiento económico y la acumulación de capital humano aplicado para Colombia. Sin embargo, los resultados no son concluyentes para explicar la causalidad entre las variables de estudio. Las limitaciones existentes con respecto al periodo de tiempo y la base de datos de los indicadores que componen los 23 departamentos, no permiten dar conclusiones de causalidad en el tiempo. Por ello, se recomienda para futuras investigaciones, tener una base de datos lo suficientemente robusta que presente periodos de tiempo más prolongados a los desarrollados a través de esta investigación.

Las implicaciones de la fecundidad en la educación y en el crecimiento económico son aspectos importantes que deberían centrar la atención de la población de un país, exigiendo en sus líderes políticos la búsqueda de soluciones factibles con el fin de mejorar su bienestar. Es por eso que es importante combatir estas grandes preocupaciones desde la toma de decisiones de política. La primera recomendación para este caso, es que las instituciones gubernamentales deben continuar y ampliar la oferta de métodos de planificación modernos estrictas con el fin de prevenir embarazos no deseados en las mujeres. El objetivo es incentivar tasas de fecundidad más bajas que traerán mejores resultados económicos en el largo plazo.

Por el lado de la educación, es importante que se siga ampliando la cobertura en los niños y jóvenes, debido que en las zonas más alejadas de Colombia se tienen muy poca cobertura. Los años de escolaridad han ido mejorando de acuerdo a los resultados mostrados, no obstante, se necesita mejorar en la calidad educativa de los jóvenes y niños con el objetivo de tener en el futuro mayores stocks de capital humano. generando un impacto positivo en el crecimiento económico, de acuerdo con lo planteado por Becker. Una población mejor educada favorecerá a altas tasas de crecimiento económico y bajas tasas de fecundidad.

## Referencias

- Ahituv, A., & Moav, O. (2002). Fertility Clubs and Economic Growth. *Growth and Inequality: Issues and Policy Implications*, 61-87.
- Batalgi, B. H. (1995). *Econometric Analysis of Panel Data* .
- Becker , G., & Barro, R. (1988). *A Reformulation of the economic Theory of Fertility* . Obtenido de The Quarterly Journal of Economics :  
[https://econpapers.repec.org/article/oupqjecon/v\\_3a103\\_3ay\\_3a1988\\_3ai\\_3a1\\_3ap\\_3a1-25..htm](https://econpapers.repec.org/article/oupqjecon/v_3a103_3ay_3a1988_3ai_3a1_3ap_3a1-25..htm)
- Becker , G., & Lewis , G. (1973). *On the Interaction between the Quantity and Quality of Children* . Obtenido de University of Chicago Press:  
<https://www.jstor.org/stable/1840425?seq=1>
- Becker , G., Murphy, K., & Tamura, R. (1990). *Human Capital, Fertility and Economic Growth* . Obtenido de The University Of Chicago Press Journals :  
<https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/261723>
- Becker, G. S. (1960). An Economic Analysis of Fertility. *National Bureau of Economic Research* . Obtenido de National Bureau of Economic Research :  
<https://www.nber.org/system/files/chapters/c2387/c2387.pdf>
- Becker, G. S. (s.f.). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education*. Obtenido de National Bureau of Economic Research : <https://www.nber.org/books-and-chapters/human-capital-theoretical-and-empirical-analysis-special-reference-education-third-edition>
- Caceres, A., Elias, S., & Fernandez , R. (2015). *Fertilidad, Capital Humano y Crecimiento Economico*. Obtenido de Universidad Nacional de Sur Bahia Blanca :  
[https://aaep.org.ar/anales/works05/caceres\\_elias\\_fernandez.pdf](https://aaep.org.ar/anales/works05/caceres_elias_fernandez.pdf)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2019 ). *Encuesta de Calidad de Vida* . Obtenido de DANE: <https://www.dane.gov.co/>
- DNP. (2019). *Departamento Nacional De Planeacion* . Obtenido de TerriData:  
<https://www.dnp.gov.co/DNPN/Paginas/default.aspx>
- Fluckiger, M., & Ludwig, M. (15 de Mayo de 2017). *Urbanization, fertility and child education in Sub-Saharan Africa*. Obtenido de ScienceDirect :  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0165176517302021>
- Gomez, C. M. (2013). *Descenso de la fecundidad, bono demografico y Crecimiento Economico en Colombia* . Obtenido de Ministerio De Salud Y Proteccion Social :  
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/INV/1%20->

%20DESCENSO%20DE%20LA%20FECUNDIDAD%20-  
%20BONO%20DEMOGRAFICO%20Y%20CRECIMIENTO%20ECONOMICO%20E  
N%20COLOMBIA%201990-2010.pdf

- Gutierrez, R. A. (2011). *El vacío institucional en el modelo de elección racional aplicado a la fecundidad*. Obtenido de Revista de Economía Institucional : <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/ecoins/article/view/3032>
- Kovacs. (2007). *Educacion y crecimiento economico (tesis de pregrado)*. Obtenido de Universidad Catolica de Chile .
- Legarda, J. C. (26 de Febrero de 2019). *Universidad Tecnica del Norte* . Obtenido de Universidad Tecnica del Norte : <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9046>
- Malthus, T. R. (1798). *Ensayo sobre el principio de la poblacion* . Obtenido de Museo Etnografico : <https://museo-etnografico.com/pdf/puntodefuga/171128malthus.pdf>
- Ordoñez Espinal , A., Martinez Santos , C., Zuñiga Figueroa , P., & Ordoñez Portillo , V. (2018). *Educacion y Crecimiento Economico: Analisis E Implicaciones* . Obtenido de Revista Economía y Administracion : <https://www.camjol.info/index.php/EyA/article/view/6654>
- Ortiz , C., & Encalada , J. (2018). *Tasas de fecundidad y crecimiento economico a nivel global: nueva evidencia para paises con diferentes niveles de ingresos*. Obtenido de Revista Academica-Investigativa De La Facultad Juridica, Social Y Administrativa : <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/suracademia/article/view/431>
- Rojas, L. (2015). *Educacion y su relacion con el capital humano: Analisis a traves de metodos de medicion* . Obtenido de Universidad Nacional de La Plata .
- Rozenzweig, M., & Zhang, J. (2009). *Do Population Control Policies Induce More Human Capital Investment? Twins, Birth Weight and China's "One-Child" Policy*. Obtenido de The Review Of Economics Studies : <https://academic.oup.com/restud/article-abstract/76/3/1149/1592252?redirectedFrom=fulltext>
- Sandoval , L. E., Riaño, L. C., & Barrera, R. A. (2019). *Cambios en la estructura de familias y hogares en Colombia* . Obtenido de Biblioteca Digital- Universidad Externado de Colombia : <https://bdigital.uexternado.edu.co/handle/001/2861>
- Schultz, T. W. (1973). *The Value of Children: An Economic Perspective* . Obtenido de University of Chicago : <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/260151?journalCode=jpe>
- Smith, A. (1776). *Una investigacion sobre la naturaleza y las causas de la riqueza de las naciones* . Obtenido de Alianza Editorial : [http://www.iunma.edu.ar/doc/MB/lic\\_historia\\_mat\\_bibliografico/Fundamentos%20de%20Econom%3%ADa%20Pol%3%ADtica/194-Smith,%20Adam%20-%20La%20riqueza%20de%20las%20naciones%20\(Alianza\).pdf](http://www.iunma.edu.ar/doc/MB/lic_historia_mat_bibliografico/Fundamentos%20de%20Econom%3%ADa%20Pol%3%ADtica/194-Smith,%20Adam%20-%20La%20riqueza%20de%20las%20naciones%20(Alianza).pdf)

- Solow, R. M. (1956). *A Contribution to the Theory of Economic Growth*. Obtenido de Jstor : <https://www.jstor.org/stable/1884513>
- V., G. J. (2006). *Dinamica demografica y desarrollo regional en Colombia* . Obtenido de Banco de la Republica : <https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DTSER-78.pdf>

## Anexos

### Anexo 1

Tabla 1 presenta el listado de los 22 departamentos de Colombia utilizados en la investigación

**Tabla 3. Departamentos de Colombia**

<b>Código Divipola</b>	<b>Nombre</b>
05	ANTIOQUIA
08	ATLÁNTICO
13	BOLÍVAR
15	BOYACÁ
17	CALDAS
18	CAQUETÁ
19	CAUCA
20	CESAR
23	CÓRDOBA
25	CUNDINAMARCA
27	CHOCÓ
41	HUILA
44	LA GUAJIRA
47	MAGDALENA
50	META
52	NARIÑO
54	NORTE DE SANTANDER
66	RISARALDA
68	SANTANDER
70	SUCRE
73	TOLIMA
76	VALLE DEL CAUCA

*Fuente: construcción propia*

## *Anexo 2*

La tabla 4, presenta los resultados del Test de Hausman aplicado en la regresión, para decidir si es preferible estimar el modelo de datos panel con efectos fijos o con modelos aleatorios

**Tabla 4 - Test de Hausman**

---

Chisq	1,6218
df	4
P-value	0,8049

---

*Nota:*  $P > 0,05$  aceptando el modelo de efectos aleatorios

*Fuente:* Elaboración propia

*Datos:* Rstudio

## *Anexo 3*

La tabla 5, presenta los resultados de la prueba de Breusch – Pagan, para evidenciar si hay o no presencia de heterocedasticidad en el modelo.

**Tabla 5 - Prueba de Breusch-Pagan**

---

BP	7,4981
df	4
P-value	0,1118

---

*Nota:*  $P > 0,05$  niega la presencia de heterocedasticidad.

*Fuente:* Elaboración propia

*Datos:* Rstudio