

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIAS

**EL ROL DE LA TASA DE FERTILIDAD EN EL CRECIMIENTO
ECONÓMICO DE LOS PAÍSES: UN DEBATE SOBRE LA
SOSTENIBILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PENSIONES DE
REPARTO**

**EL ROL DE LA TASA DE FERTILIDAD EN EL CRECIMIENTO
ECONÓMICO**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ECONOMISTA**

GABRIELA ESTEFANIA BORJA SARANGO

`gabriela.borja01@epn.edu.ec`

DIRECTORA: ANDREA GABRIELA BONILLA BOLAÑOS

`andrea.bonilla@epn.edu.ec`

DMQ, julio 2024

CERTIFICACIONES

Yo, Gabriela Estefanía Borja Sarango declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

GABRIELA ESTEFANÍA BORJA SARANGO

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por GABRIELA ESTEFANÍA BORJA SARANGO, bajo mi supervisión.

ANDREA GABRIELA BONILLA BOLAÑOS
DIRECTORA

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

GABRIELA ESTEFANÍA BORJA SARANGO

ANDREA GABRIELA BONILLA BOLAÑOS

DEDICATORIA

A mi madre, Rocío, mi mayor soporte y fuente de inspiración. A mi padre, José, por su ejemplo de superación. Gracias por ser un gran ejemplo de vida mediante sus valiosos consejos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirme culminar mi carrera universitaria de manera satisfactoria.

Quiero expresar mi gratitud hacia mis padres por su apoyo continuo a lo largo de este camino.

A mi hermana Sofía por brindarme apoyo y contención emocional en los momentos más decisivos de la carrera.

A toda mi familia que siempre estuvo a mi lado.

Agradezco a la Dra. Andrea Bonilla, mi tutora de tesis, por su guía y respaldo en este proyecto de integración curricular.

Gabriela

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1 Objetivo general.....	1
1.2 Objetivos específicos	1
1.3 Alcance	1
1.4 Marco teórico	2
2 METODOLOGÍA.....	12
2.1 Datos.....	12
2.2 Variables.....	14
2.3 Estrategia metodológica.....	15
2.4 Especificación del modelo.....	16
2.5 Modelos econométricos para datos de panel.....	16
2.6 Pruebas de especificación y validación de los modelos.....	22
3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
3.1 Resultados	23
3.2 Conclusiones	29
3.3 Recomendaciones	30
4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
5 ANEXOS.....	35
ANEXO I.....	35
ANEXO II.....	37
ANEXO III.....	37
ANEXO IV	37
ANEXO V	38
ANEXO VI	38

RESUMEN

El impacto del crecimiento poblacional en la actividad económica ha demostrado ser negativo, positivo o neutral. Así, el rol de la fertilidad en el crecimiento económico es relevante. Pero, no corresponde al único factor determinante de la tasa de crecimiento de la actividad económica, entre los determinantes más importantes están, además, la expectativa de vida, el número de personas con empleo, la inversión en investigación y desarrollo, el stock de capital y el índice de capital humano. La tasa de fertilidad influye en la estructura etaria de la población, lo que es crucial para entender al crecimiento económico en diversas etapas de la transición demográfica global. Este estudio busca proporcionar evidencia empírica sobre la relación entre la tasa de fertilidad total y el crecimiento económico en 71 países durante el período 1996-2019 utilizando modelos econométricos apropiados para datos de panel. El principal resultado afirma que el incremento de los nacimientos por mujer, medido a través de la tasa de fertilidad total a nivel país, se asocia con un aumento del PIB per cápita, medida de crecimiento económico. Este hallazgo contrasta con la evidencia predominante en la literatura que sugiere una relación nula o negativa entre fertilidad y crecimiento económico.

PALABRAS CLAVE: Crecimiento económico, datos de panel, dividendo demográfico, tasa de fertilidad, transición demográfica.

ABSTRACT

The economic activity can be affected in a negative, positive, or neutral way by the population growth. Consequently, the fertility rate plays a significant role in economic growth. However, it is not the only determinant factor of the growth rate of economic activity. Other key factors include life expectancy, employment rates, investment in research and development, capital stock, and the human capital index. The fertility rate affects the population's age structure, which is crucial for understanding economic growth at various stages of the global demographic transition. This research seeks to offer empirical evidence regarding the link between the total fertility rate and economic growth in 71 countries over the period from 1996 to 2019; to do so, appropriate econometric models for panel data are estimated. The primary finding indicates that an increase in births per woman, measured by the total fertility rate at the national level, is associated with a rise in GDP per capita, a measure of economic growth. This result contrasts with the prevailing literature, which often suggests a negative or neutral relationship between fertility and economic growth. This finding contrasts with the predominant evidence in the literature that suggests a negative or null relationship between fertility and economic growth.

KEYWORDS: Demographic dividend, demographic transition, economic growth, fertility rate, panel data.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El componente desarrollado en este trabajo de integración curricular implica establecer, mediante modelos econométricos basados en teoría económica, evidencia empírica sobre la relación entre el crecimiento económico y la tasa de fertilidad total de los países. Así, este componente pretende aportar evidencia que permita indagar sobre la relación entre el crecimiento económico y la tasa de fertilidad de 71 países a nivel mundial. La evidencia presentada será útil para complementar la discusión sobre las dinámicas poblacionales y su rol en el crecimiento económico de los países.

1.1 Objetivo general

Este proyecto tiene por objetivo indagar sobre la relación causal entre la tasa de fertilidad total y la tasa de crecimiento económico de 71 países durante el período comprendido entre 1996 y 2019 mediante la estimación de modelos econométricos para datos de panel.

1.2 Objetivos específicos

1. Realizar una revisión exhaustiva de la literatura respecto del crecimiento poblacional y la tasa de fecundidad de los países
2. Especificar, estimar y validar modelos econométricos datos de panel que permitan representar la relación entre la fertilidad y la tasa de crecimiento económico
3. Indagar las causas por las cuales la fertilidad de los países podría modificar su tasa de crecimiento económico
4. Analizar posibles implicaciones políticas y económicas de los resultados obtenidos, destacando las áreas clave para futuras investigaciones o intervenciones políticas.

1.3 Alcance

El alcance del proyecto es presentar evidencia empírica sobre la relación entre la tasa de fertilidad total de 71 países y el crecimiento económico medido como el PIB per cápita.

Fase de diseño o planteamiento:

- Revisión de literatura: Investigar exhaustivamente la literatura relacionada con el tema.
- Selección de variables: Define las que se utilizarán en el estudio. Esto incluye la tasa de fertilidad y la tasa de crecimiento económico
- Selección del modelo econométrico a implementar

- Obtención de datos e identificación de los individuos y períodos de tiempo que se tomará en cuenta en el análisis

Fase de implementación:

- Preparación de datos: asegurarse de que los datos estén completos, limpios y en el formato adecuado para su análisis.
- Selección del software estadístico
- Preparación de variables y modelado: Procesar las variables según lo requerido por el modelo.

Pruebas o evaluación y el análisis de resultados:

- Diagnóstico del modelo: Realizar diagnósticos del modelo estimado para evaluar su validez y robustez
- Interpretación de resultados: Interpretar los resultados del modelo estimado.
- Documentación y presentación de resultados

1.4 Marco teórico

El efecto del crecimiento poblacional sobre el crecimiento económico puede ser: negativo –más población, menos crecimiento económico–, positivo –más población, más crecimiento económico– o neutral. Además de la fertilidad, el crecimiento económico tiene otros determinantes como: la expectativa de vida, el empleo, la investigación y desarrollo, el stock de capital y el índice de capital humano (Abdullah, 2022). Estos efectos no tienen en cuenta cómo la estructura demográfica por edades de la población, la cual puede cambiar a medida que se modifican las tasas de fertilidad y mortalidad (Bloom et al., 2003). Entender la relación entre el cambio de la estructura demográfica y el crecimiento económico es crucial porque, actualmente, los países del mundo están en varias etapas de una transición demográfica: pasando de tasas elevadas a tasas bajas de fertilidad y mortalidad (Bloom et al., 2003). La transición cambia la estructura por edades de cada nación: cuando las nuevas generaciones ingresan a la edad laboral, surge la oportunidad de impulsar el crecimiento económico, si se aplican políticas adecuadas para asegurar que los trabajadores adicionales se emplean productivamente (Ross, 2004). Para facilitar el análisis es necesario introducir los siguientes conceptos: teoría de transición demográfica, dividendo demográfico, impulso oculto de crecimiento de la población y teorías sobre fertilidad y crecimiento económico.

1.4.1 Transición demográfica

La teoría de la transición demográfica (TTD) explica que las tasas de fertilidad disminuyen a niveles bajos y estables. Las interpretaciones actuales de la TTD presentan cuatro etapas (ver Figura 1.1.) de disminución de la fertilidad y mortalidad (Todaro & Smith, 2010).

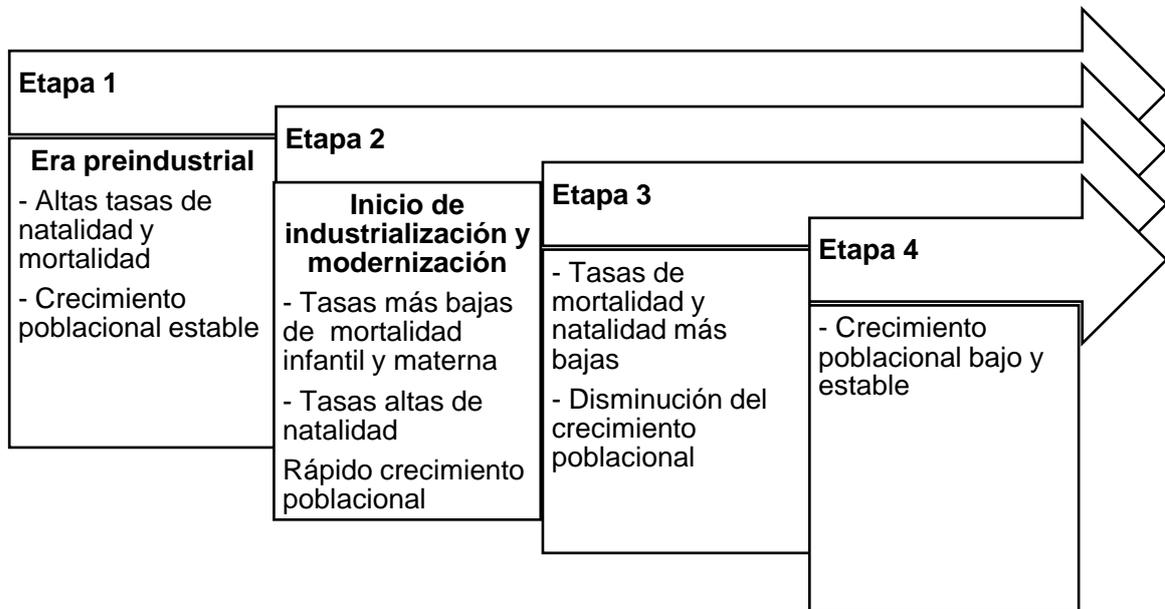


Figura 1.1. Etapas de la transición demográfica

Fuente: Poston et al., 2010. Elaboración propia

La TTD sugiere que, en la primera etapa, se requieren tasas de natalidad elevadas para garantizar la supervivencia de la población, ya que la mortalidad es también alta en este periodo. En la etapa siguiente, los procesos de industrialización y modernización alteran esta situación y provocan una disminución en la mortalidad (Todaro & Smith, 2010). Luego, en la tercera etapa, la fertilidad comienza a decrecer, atribuyéndose este fenómeno a la industrialización, modernización y la participación femenina fuerza laboral (Poston et al., 2010). Finalmente, en la cuarta etapa, se evidencia una reducción en las tasas de fertilidad y mortalidad (Figura 1.1). Además, "los respaldos normativos, institucionales y económicos para la familia numerosa disminuyen, y la familia pequeña se vuelve predominante" (Poston et al., 2010, p. 58). Como resultado, se logra un crecimiento poblacional bajo y estable¹.

Según Weil & Sharma (2013), la transición demográfica está completa en los territorios más desarrollados, mientras que en muchos países emergentes todavía está en progreso.

¹ **Crecimiento poblacional estable:** población hipotética con tasas de natalidad, mortalidad y crecimiento invariables, así como una composición por edades constante (Poston et al., 2010).

En estos países, las tasas de mortalidad han disminuido más rápidamente que las de fertilidad, lo que ha llevado a un aumento significativo de la población.

1.4.2 Dividendo demográfico

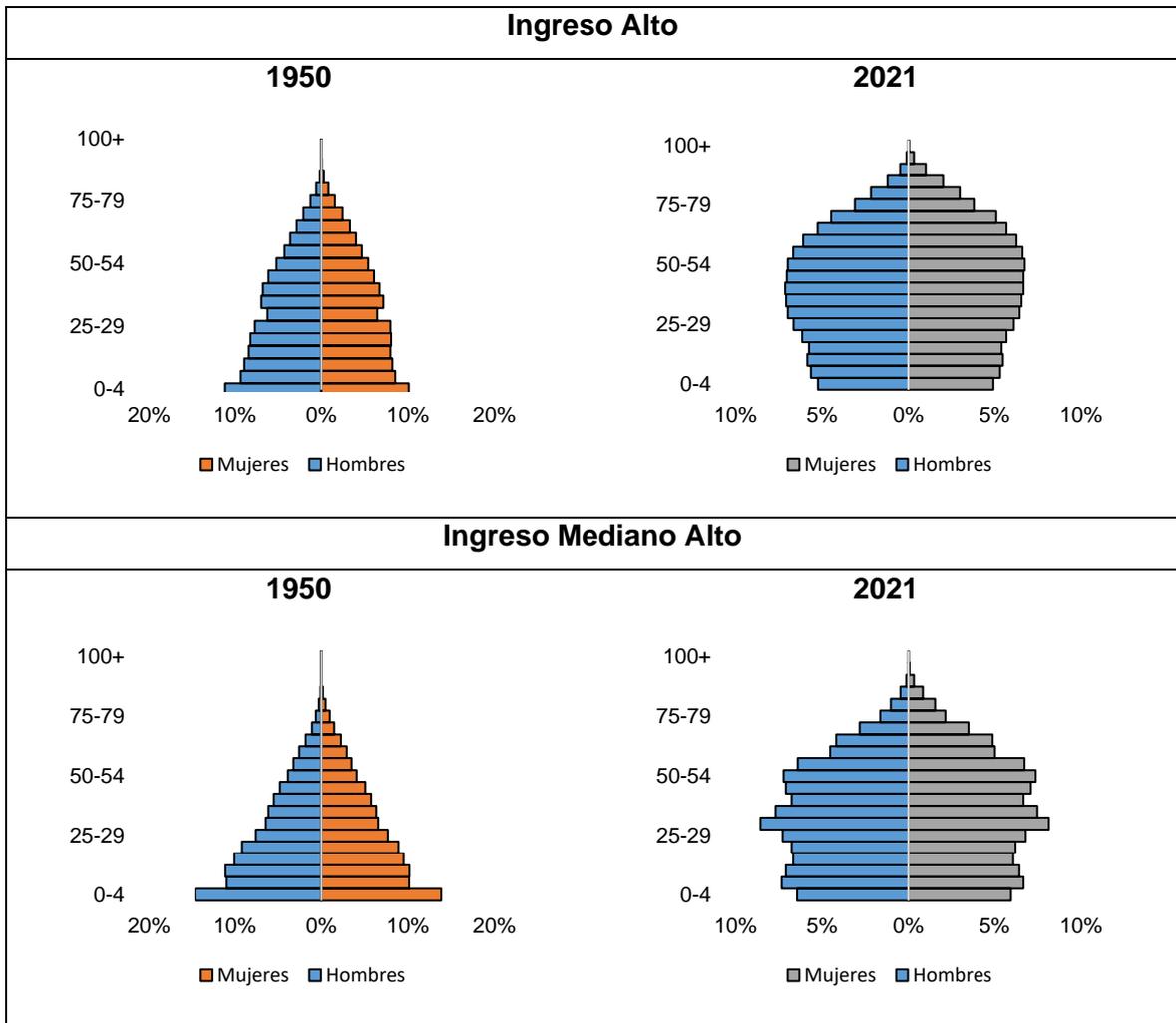
El dividendo demográfico ocurre cuando una disminución en la tasa de natalidad cambia la distribución por edades, reduciendo la necesidad de inversiones en los grupos más jóvenes y liberando recursos para el bienestar familiar y el desarrollo económico (Ross, 2004). De acuerdo con el Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA) (2014), para que el dividendo demográfico se materialice, un país debe atravesar una transición demográfica, que implica el paso de tasas elevadas de fertilidad y mortalidad a tasas más bajas. El dividendo demográfico aumenta la proporción de adultos en edad laboral, mejorando la relación entre trabajadores productivos y dependientes infantiles, lo que conduce a un crecimiento económico más rápido y reduce las cargas económicas para las familias (Ross, 2004).

Esta mejora se produce porque, con el paso del tiempo, los niños nacidos durante las primeras etapas de la transición demográfica se integran a la fuerza laboral. Por lo tanto, cuando esta población crece a una velocidad mayor que la población dependiente, hay más reservas disponibles para invertir en el desarrollo económico (UNFPA, 2014). Con el tiempo, la distribución por edades cambia nuevamente, ya que la numerosa población adulta envejece, seguida por cohortes más pequeñas nacidas durante el descenso de la fertilidad. Por lo tanto, el dividendo demográfico es temporal y la oportunidad de crecimiento económico que ofrece es limitada (Turra & Fernandes, 2021).

1.4.3 Impulso oculto de crecimiento de la población

Según Todaro & Smith (2020), el crecimiento de población continúa incluso después de que la natalidad haya disminuido. Específicamente, este crecimiento puede persistir durante décadas después de que las tasas de natalidad bajen. Este fenómeno se atribuye a dos razones principales: (i) las tasas de fertilidad, influenciadas a lo largo de los siglos, no cambian radicalmente de la noche a la mañana y; (ii) el crecimiento se relaciona con la estructura etaria de la población (Todaro & Smith, 2020).

La estructura por edades de la población suele ser presentada gráficamente en forma de pirámides de población² (Ver Figura 1.2.).



² **Pirámide poblacional:** representación gráfica de la estructura etaria de la población, en la que los grupos de edad se trazan en el eje vertical, y las proporciones o números de hombres y mujeres en cada grupo se muestran en el eje horizontal (Todaro & Smith, 2020).

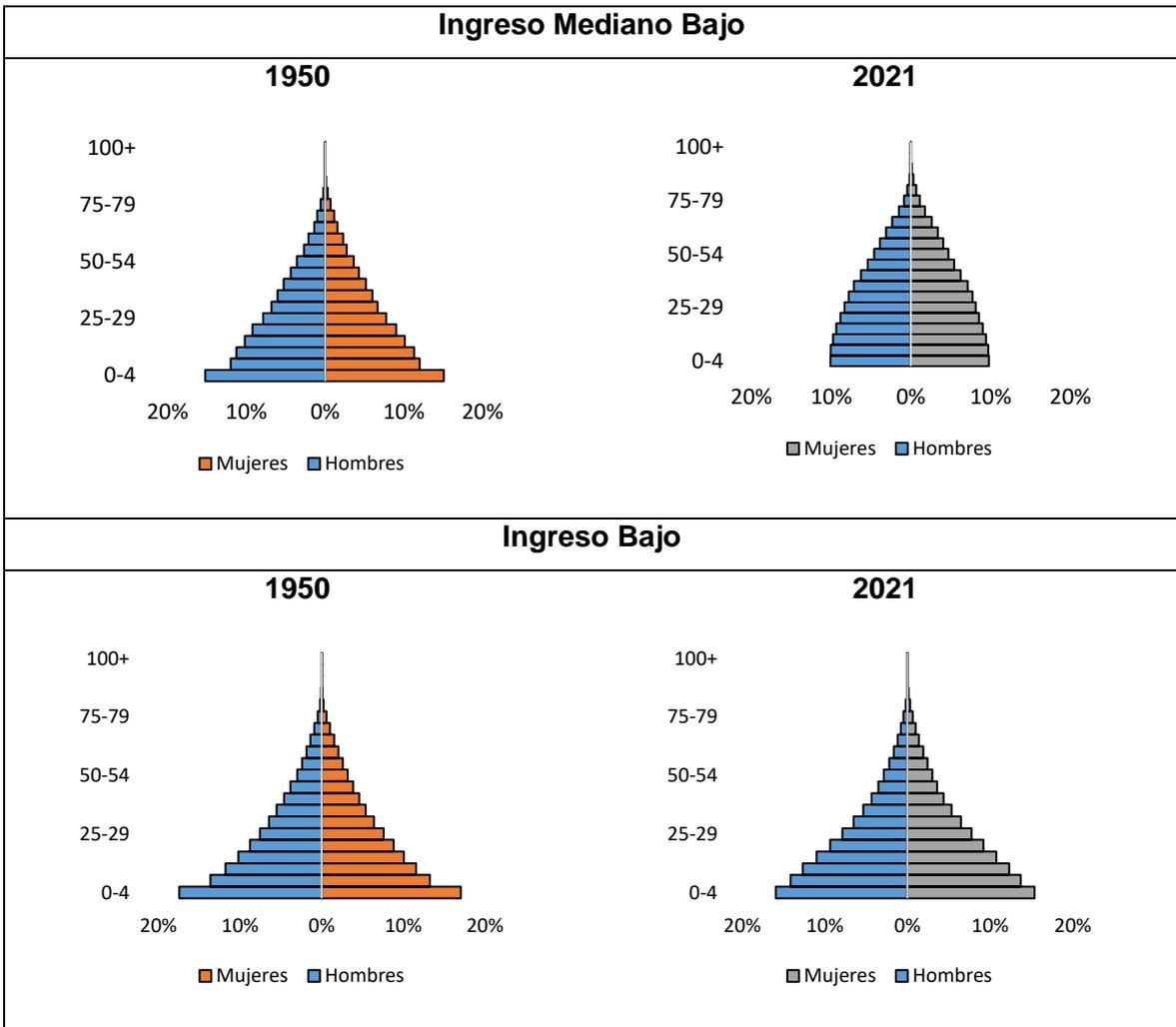


Figura 1.2. Pirámides poblacionales: comparación entre países de bajos, medianos y altos ingresos en 1950 y 2021

Fuente: Our World in Data, 2024. Elaboración propia

Según se ilustra en la Figura 1.2., los datos muestran cambios a lo largo de los últimos 70 años y diferencias según los niveles de ingresos. En 1950, la base de la pirámide poblacional era muy amplia para los países de bajos ingresos, menos amplia para los países de ingresos medianos y mucho más empinada para los países de altos ingresos (Figura 1.2.). Desde 1950, la fertilidad ha disminuido considerablemente en casi todos los países, como se observa en la Figura 1.2. En 2021, las pirámides poblacionales de los países de bajos ingresos se asemejaban más a las de 1950 de los países de ingresos medianos. Además, en 2021, las cohortes más jóvenes en los países de altos ingresos eran, en promedio, más pequeñas que las cohortes adultas en edad laboral, lo que sugiere una disminución poblacional a largo plazo.

La Figura 1.2. resalta que, en algunos países, ciertos grupos de edad están creciendo, mientras que en otros están disminuyendo. En países donde la población económicamente

activa está aumentando, existe el riesgo de una crisis si muchos permanecen desempleados, lo que se asocia con desigualdad y pérdida de producción. Sin embargo, este aumento también representa una oportunidad significativa para lograr mejoras sustanciales en ingresos y productividad, lo que se conoce como dividendo demográfico (ver Subsección 1.4.2) (Todaro & Smith, 2020).

1.4.4 Transición de la mortalidad

Según Weil & Sharma (2013), la reducción de la mortalidad ha sido resultado de tres factores principales: (i) mejoras en el nivel de vida, especialmente en la disponibilidad y calidad de los alimentos, mejoras en la vivienda y prácticas de higiene, dado que una población bien alimentada y con acceso a agua y alimentos limpios es más resistente a enfermedades; (ii) implementación de medidas mejoradas de salud pública y; (iii) avances en los tratamientos médicos utilizados para curar enfermedades. Los autores señalan, además, que en los países que desarrollaron su industria inicialmente (ahora países desarrollados) estas tres mejoras ocurrieron en etapas sucesivas: primero, una mejora en la nutrición y los estándares de vida, seguida de medidas mejoradas de salud pública, y finalmente, avances médicos. En contraste, la disminución de la mortalidad en los países emergentes se atribuye al hecho de que muchos de los avances que se acumularon gradualmente en los países ricos llegaron al mundo en desarrollo casi simultáneamente (Weil & Sharma, 2013).

1.4.5 Transición de la fertilidad

El aumento del crecimiento económico está vinculado a una disminución en la mortalidad infantil. Cuando la tasa de mortalidad infantil es alta, los padres tienden a evitar gastos significativos en el cuidado y la educación de un solo hijo, optando por tener una descendencia más numerosa para distribuir riesgos. En contraste, en entornos donde la supervivencia hasta la edad adulta es más segura, los padres se sienten más inclinados a concentrar sus recursos en un número reducido de hijos. En otras palabras, el crecimiento económico se asocia con un aumento en la importancia atribuida a la educación, ofreciendo así un incentivo adicional para que los padres inviertan en la formación de sus hijos (Weil & Sharma, 2013).

1.4.6 Teorías sobre la fertilidad y el crecimiento económico

1.4.6.1 Teoría negativa sobre fertilidad y crecimiento económico

Thomas Malthus (1798), basándose en el concepto de rendimientos decrecientes, postuló que la población de un país tiende a crecer a una tasa geométrica, a menos que la escasez de alimentos lo impida. Debido a los rendimientos decrecientes de la tierra, los suministros de alimentos solo podrían expandirse a una tasa aritmética (Todaro & Smith, 2020). La fertilidad se restringe por la disponibilidad limitada de recursos, especialmente la tierra. A medida que la población disminuye, la proporción de tierra disponible para cada persona aumenta, mejorando las condiciones de vida. En condiciones más favorables, la población tiende a crecer más rápidamente. Sin embargo, esta mayor población eventualmente agota la tierra disponible, resultando en un empobrecimiento general.

Por este motivo, Malthus (1798) argumentó que el crecimiento de la población estaría limitado no solo por la escasez de recursos, sino también por la necesidad de prevenir la pobreza (Weil & Sharma, 2013). Dado que el aumento en los suministros de alimentos no podría mantenerse al mismo ritmo que el crecimiento de población, los ingresos per cápita disminuirían tanto que llevarían a una población estable apenas por encima del nivel de subsistencia (Todaro & Smith, 2020).

1.4.6.2 Teoría positiva sobre fertilidad y crecimiento económico

Adam Smith (1776) argumentaba que la riqueza se genera mediante el trabajo humano y que el crecimiento poblacional impulsa el desarrollo económico (Mahmoudinia et al., 2020). Asimismo, Phelps (1961) en otra teoría conocida como el "principio dorado", busca determinar una tasa de ahorro óptima que maximice el consumo per cápita manteniendo un crecimiento económico constante. Este principio establece que, para alcanzar la mejor tasa de ahorro, la producción total debe aumentar al mismo ritmo que la población, lo que sugiere una correlación positiva entre crecimiento económico y crecimiento poblacional (Mahmoudinia et al., 2020).

Asimismo, Jones (1998) sostiene que la fertilidad endógena y los rendimientos crecientes de escala debido a la no rivalidad de ideas son fundamentales para comprender el crecimiento endógeno. Según Jones (1998), las poblaciones grandes tienden a generar más ideas porque albergan más individuos creativos e inteligentes. Esto a su vez genera más oportunidades para incrementar el ingreso per cápita. Por tanto, según esta teoría cuando la población crece exponencialmente, el ingreso per cápita tiende a aumentar exponencialmente. En la misma línea, tanto Kuznets (1967) como Simon (1998)

argumentaron que el aumento de la población conlleva un aumento en la inventiva humana (Bloom et al., 2003). Por lo tanto, la teoría optimista sostiene que las sociedades que albergan una mayor población se sitúan en una mejor posición para desarrollar, utilizar y difundir el conocimiento. Asimismo, Simon (1998) resaltó que hay una tendencia a la disminución a largo plazo de los precios de las materias primas debido al progreso tecnológico inducido por las crecientes demandas de las poblaciones en aumento. Es decir, el crecimiento poblacional ejerce presión sobre los recursos, estimulando la innovación (Bloom et al., 2003).

1.4.6.3 Teoría neutral sobre fertilidad y crecimiento económico

La perspectiva "neutralista" respecto al crecimiento poblacional sostiene que este carece de un efecto considerable sobre el crecimiento económico. A pesar de que numerosos estudios económicos han explorado la relación estadística entre la población y el crecimiento económico, observando inicialmente una conexión negativa, esta tendencia suele desaparecer o incluso invertirse al considerar otros factores como el nivel educativo de la población, la calidad de las instituciones civiles y políticas, la extensión del país y su apertura comercial. En general, se sostiene que el crecimiento poblacional no influye significativamente en el crecimiento económico (Bloom et al., 2003). De acuerdo con Kelley et al. (1995), el neutralismo poblacional fue una doctrina que predominó durante las décadas de 1970 y 1980, basada en la evidencia de esos tiempos. Además, sostiene que el crecimiento poblacional afecta a tres factores específicos: recursos naturales, ahorros y diversificación de recursos.

1.4.7 Crecimiento poblacional en el mundo

Hasta antes del siglo XX, las tendencias globales de crecimiento poblacional se vieron influenciadas —al alza o a la baja— por hambruna, enfermedad, desnutrición, peste y guerra, que generaba tasas de mortalidad elevadas y fluctuantes (Todaro & Smith, 2010). Sin embargo, en el siglo XX los avances médicos, tecnológicos y la difusión de medidas de saneamiento a nivel global facilitaron el control de estas condiciones. El incremento de la población global se atribuye a un aumento en la longevidad promedio de la población y la persistencia de niveles elevados de fertilidad, así como a mejoras en: medicina, higiene personal, nutrición y salud pública (ver Subsección 1.4.4) (Zeifman et al., 2022). Como resultado, la mortalidad humana se redujo e impulsó el crecimiento de la población global especialmente en los países en desarrollo (Todaro & Smith, 2010).

De acuerdo con UNFPA (2022), el crecimiento global continúa, pero se está desacelerando. Como se muestra en la Figura 1.3, hasta el año 2022 la población mundial

alcanzó los 8 mil millones. No obstante, sólo se incrementó en 1 mil millones desde el año 2010. Este dato indica que a pesar del rápido crecimiento poblacional que tuvo lugar en el siglo XX, existe una desaceleración gradual en este ritmo y se estima que para el año 2058 la población mundial ascenderá a los 10 mil millones (ver Figura 1.3.).

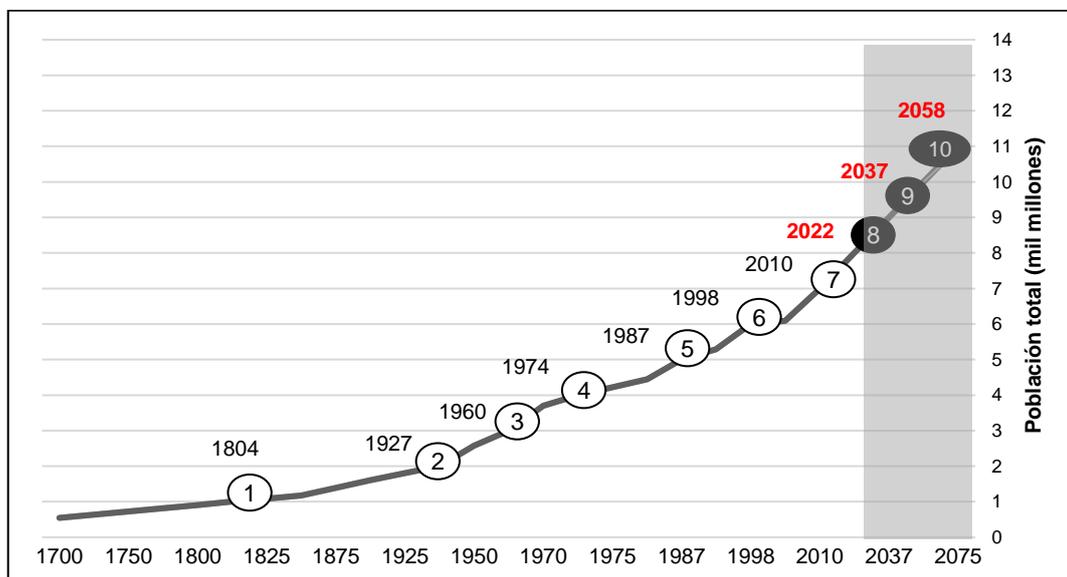


Figura 1.3. Tamaño de la población mundial: estimaciones para 1700-2022 y proyecciones para 2022-2058.

Fuente: A World of 8 billion, 2022. Elaboración propia

1.4.7.1 Estructura por edades de la población mundial

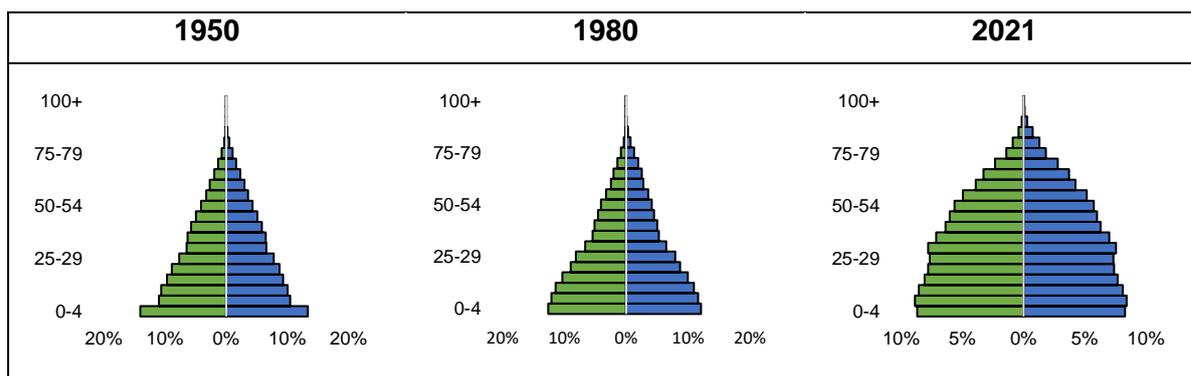


Figura 1.4. Pirámides poblacionales del mundo: 1950, 1980 y 2021

Fuente: Our World in Data, 2024. Elaboración propia

La forma de la pirámide en 1950 (ver Figura 1.4.) muestra muchos recién nacidos en comparación con el número de personas mayores, debido a un número creciente de nacimientos (Ritchie & Roser, 2024). El estrechamiento de la pirámide encima de la base

refleja que la mortalidad infantil solía ser más alta en el pasado, con más de 1 de cada 5 niños muriendo antes de los cinco años en muchos países de bajos ingresos (Ritchie & Roser, 2024). Sin embargo, este comportamiento desaparece en la pirámide de 1980, cuando se añaden más personas de todas las edades a la población mundial. En la pirámide de 2021 (ver Figura 1.4.), el ensanchamiento de la parte superior indica que la población vive con un riesgo muy bajo de muerte durante la juventud y muere en la vejez. En 1950, por cada niño menor de 15 años, había 1.7 individuos en edad de trabajar (de 15 a 64 años); en 2019, esta proporción es de 2.6, y se espera que para finales de siglo sea de 3.6 (Roser, 2019).

1.4.7.2 Distribución de la población mundial por región

La población mundial está distribuida de manera desigual por regiones geográficas. Como se observa en la Figura 1.5. más del 75% de la población mundial reside en países emergentes.

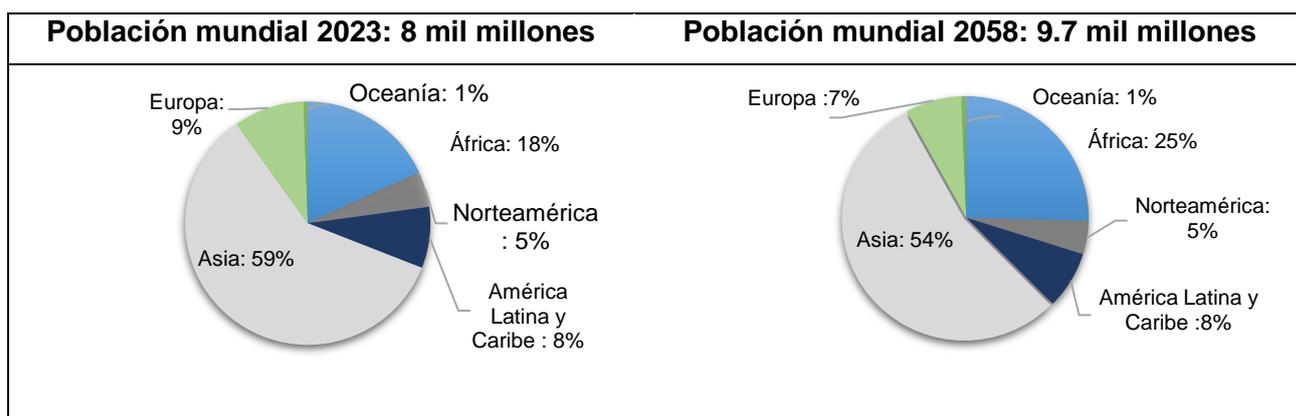


Figura 1.5. Distribución de la Población Mundial por Región en 2023 y proyección para 2050.

Fuente: Population Data Sheet, 2023. Elaboración propia

Dado que los países de bajos ingresos tienden a tener tasas de fertilidad más elevadas (ver Tabla 1.1), el crecimiento de la población mundial se ha concentrado en los países más pobres del mundo, la mayoría de los cuales se encuentran en África y Asia (Figura 1.5). Además, a medida que la población mundial creció entre 2010 y 2022, aproximadamente el 70% del aumento poblacional se produjo en países de ingresos bajos y medios (Zeifman et al., 2022).

Tabla 1.1. Tasas de fertilidad de acuerdo con el nivel de ingreso, comparación entre 1990 y 2021

Grupo	1990	2021
Mundo	3.3	2.2
Ingreso Bajo	6.3	4.6
Ingreso Mediano Bajo	4.2	2.6
Ingreso Mediano Alto	2.6	1.6
Ingreso Alto	1.9	1.5

Fuente: Banco Mundial, 2023. Elaboración propia

Según Billari (2004), la fertilidad se considera "baja" cuando está por debajo de la tasa de fertilidad de reemplazo³ de 2.1 y se cataloga como "muy baja" si desciende por debajo de 1.5. Finalmente, se clasifica como "muy muy baja" cuando cae por debajo de 1.3 (Billari, 2004, citado en Poston et al., 2010) Al aplicar esta clasificación a los datos del año 2021 (ver Tabla 1.1.), se observa que los países de ingresos medianos-altos y de altos ingresos presentan niveles de fertilidad considerados bajos.

Sobre esta base teórico-empírica se construye el ejercicio empírico que se detalla en la Sección 2. A continuación, la Sección 3 discute los resultados dando respuesta a los objetivos planteados y concluye y recomienda.

2 METODOLOGÍA

2.1 Datos

Para analizar la relación entre el PIB real (PPA, precios 2017) y la tasa de fertilidad total, se utilizan datos de panel de 71 países (ver Anexo I) durante el período de 1996 a 2019. Los datos se recopilaron del Banco Mundial (2023) y de la base de datos Penn World Table versión 10.01 (PWT) (2023). Las variables empleadas para estimar el modelo se detallan en la Tabla 2.1:

³ **Tasa de fertilidad de reemplazo:** "es el nivel de fertilidad necesario para que, en promedio, las mujeres tengan suficientes hijos y reemplacen su propia generación en la población, considerando las tasas de mortalidad actuales" (Billari, 2004, citado en Poston et al., 2010, p. 12). En poblaciones con baja mortalidad, esto suele ser alrededor de 2.1 hijos por mujer (Billari, 2004, citado en Poston et al., 2010).

Tabla 2.1. Descripción de variables para los modelos a estimar

Modelos de Crecimiento Económico			
Código	Variable	Medida	Fuente
LN_PIB	PIB per cápita	Logaritmo del PIB per cápita, ajustado por PPA	PWT 10.01 (2023)
LN_C	Stock de capital	Logaritmo del stock de capital, ajustado por PPA	PWT 10.01 (2023)
LN_H	Índice de capital humano	Logaritmo del índice de capital humano	PWT 10.01 (2023)
FR	Tasa de fertilidad total	Tasa de fertilidad total	Banco Mundial (2023)
LE	Expectativa de vida	Número de años que viviría un recién nacido si los patrones de mortalidad vigentes en el momento de su nacimiento se mantuvieran constantes a lo largo de toda su vida.	Banco Mundial (2023)
I_D	Inversión en I+D	Gasto total interno en investigación y desarrollo (I+D), representado como porcentaje del PIB	Banco Mundial (2023)
EMP	Empleo	Número de personas empleadas (en millones).	PWT 10.01 (2023)

Fuente: Abdullah, 2022. Elaboración propia

Tabla 2.2. Descripción de variables binarias para los modelos a estimar

VARIABLES BINARIAS		
Variable	Código	Medida
REGIÓN	RECA	Igual a 1 si el país <i>i</i> se encuentra en la región de Europa y Asia Central en el año <i>t</i> ; de lo contrario, toma el valor de 0.
	RLAC	Igual a 1 si el país <i>i</i> se encuentra en la región de América Latina y Caribe en el año <i>t</i> ; de lo contrario, toma el valor de 0.
	RMEA	Igual a 1 si el país <i>i</i> se encuentra en la región de Medio Oriente y África en el año <i>t</i> ; de lo contrario, toma el valor de 0.
	RNA	Igual a 1 si el país <i>i</i> se encuentra en la región de América del Norte en el año <i>t</i> ; de lo contrario, toma el valor de 0.

	RESA	Igual a 1 si el país <i>i</i> se encuentra en la región de Sudeste Asiático en el año <i>t</i> ; de lo contrario, toma el valor de 0.
INGRESO	IB	Igual a 1 si el país <i>i</i> es clasificado como de Ingreso Bajo en el año <i>t</i> ; de lo contrario, toma el valor de 0.
	IMB	Igual a 1 si el país <i>i</i> es clasificado como de Ingreso Mediano Bajo en el año <i>t</i> ; de lo contrario, toma el valor de 0.
	IMA	Igual a 1 si el país <i>i</i> es clasificado como de Ingreso Mediano Alto en el año <i>t</i> ; de lo contrario, toma el valor de 0.
	IA	Igual 1 si el país <i>i</i> es clasificado como de Ingreso Alto en el año <i>t</i> ; de lo contrario, toma el valor de 0.

Fuente: Banco Mundial, 2023. Elaboración propia

2.2 Variables

2.2.1 Variable Dependiente

Nivel de vida por habitante: El nivel de vida (nivel de ingreso medio) por habitante se mide con una transformación logarítmica de la variable PIB (real PPA, precios 2017) per cápita. Este se calcula utilizando el PIB real ajustado por paridad del poder adquisitivo (en miles de dólares estadounidenses de 2017), obtenido de la base de datos de la Penn World Table versión 10.01 (2013), dividido por la población (en millones), también obtenida de la misma base de datos.

2.2.2 Variable de interés

Tasa Total de Fertilidad: Representa el número de hijos que tendría una mujer durante su vida reproductiva si viviera hasta el final de sus años fértiles y tuviera descendencia de acuerdo con las tasas específicas de fertilidad para su edad y en un año específico (World Bank Group, 2023).

2.2.3 Variables Independientes

Stock de Capital: En el contexto económico, el “capital” se refiere a herramientas u objetos físicos que amplían la capacidad humana o mejoran el desempeño de los trabajadores. Estos objetos son fundamentales para facilitar la producción y el funcionamiento de la economía (Weil & Sharma, 2013). En este caso, se utiliza el stock de capital ajustado por paridad del poder adquisitivo (en miles de dólares estadounidenses de 2017) (Feenstra, 2023).

Expectativa de vida: Es el promedio de años que se espera que viva un recién nacido, asumiendo que las tasas de mortalidad al momento de su nacimiento se mantengan constantes a lo largo de su vida (Weil & Sharma, 2013).

Empleo: Para este estudio, se analiza el número de individuos empleados (en millones). Se recopilaron datos correspondientes al período de 1996 a 2019 para 71 países (Feenstra, 2023).

Investigación y Desarrollo: El gasto bruto interno en investigación y desarrollo (I+D), es representado como un porcentaje del Producto Interno Bruto que engloba tanto los gastos de capital como los gastos corrientes en cuatro sectores clave: Empresas, Gobierno, Educación Superior y Organizaciones Privadas sin Fines de Lucro (Banco Mundial, 2023).

Índice de capital humano: Calculado a partir de los años promedio de escolaridad y una tasa de retorno a la educación con base en la ecuación de Mincer⁴ (Feenstra, 2023).

Región: La construcción de la variable región, partió de la clasificación proporcionada por el Banco Mundial. En este caso, se establecieron 5 categorías: Europa y Asia Central, América Latina y Caribe, Medio Oriente y África, América del Norte y Sudeste asiático. En este caso, la categoría base corresponde a Europa y Asia Central.

Ingreso: La construcción de la variable de ingresos se basó en la clasificación proporcionada por el Banco Mundial, que categoriza las economías del mundo en cuatro grupos de ingresos: bajos, medianos bajos, medianos altos y altos. En este caso, la categoría base corresponde a ingresos altos.

2.3 Estrategia metodológica

Pese a que existe una vasta cantidad de análisis empíricos sobre crecimiento de la actividad económica, aún existen tres problemas econométricos principales (Feng et al., 2022): 1) selección de variables, 2) heterogeneidad de los parámetros y 3) dependencia transversal. Estos problemas generalmente se abordan de manera independiente en la mayoría de los estudios. En ese sentido, el presente análisis se centrará únicamente en

⁴ **Ecuación de Mincer:** Se trata de una ecuación que representa la modelización empírica del rendimiento de la educación, las variables relevantes incluidas son: (i) variable dependiente: es el logaritmo de los ingresos, y (ii) las variables independientes son: los años de educación, la experiencia laboral y su cuadrado (Freire Seoane & Teijeiro Álvarez, 2010).

abordar el primer problema que consiste en determinar qué variables deben incluirse en las regresiones de crecimiento.

Este problema surge de la naturaleza abierta de las teorías de crecimiento, donde la validez de una teoría causal de crecimiento no implica la invalidez de otra (Durlauf et al., 2008). En otras palabras, “un conjunto dado de teorías candidatas de crecimiento define un espacio de modelos posibles en lugar de una especificación única” (Durlauf et al., 2008, p. 1). Para abordar este problema, algunos estudios establecen combinaciones de variables que podrían constituir determinantes del crecimiento. Posteriormente, se utilizan los resultados de la especificación preferida. Sin embargo, este proceso puede ocasionar inferencias espurias (Feng et al., 2022).

2.4 Especificación del modelo

Las especificaciones estimadas están plasmadas en las ecuaciones 2.1., 2.2. y 2.3. que representan a los modelos M1, M2 y M3, respectivamente (las variables se describen en las Tablas 2.1 y 2.2):

$$LN_PIB = \alpha_1 LN_C + \alpha_2 FR + \alpha_3 LE + \alpha_4 EMP + \alpha_5 I_D + \alpha_6 LN_H + u_{it}$$

Ecuación 2.1. Especificación del modelo 1 (M1)

$$LN_PIB = \beta_0 + \beta_1 LN_C + \beta_2 FR + \beta_3 LE + \beta_4 EMP + \beta_5 I_D + \beta_6 LN_H + \beta_7 IB + \beta_8 IMB + \beta_9 IMA + \varphi_{it}$$

Ecuación 2.2. Especificación del modelo 2 (M2)

$$LN_PIB = \gamma_0 + \gamma_1 LN_C + \gamma_2 FR + \gamma_3 LE + \gamma_4 EMP + \gamma_5 I_D + \gamma_6 LN_H + \gamma_7 IB + \gamma_8 IMB + \gamma_9 IMA + \gamma_{10} RECA + \gamma_{11} RLAC + \gamma_{12} RMEA + \gamma_{13} RNA + v_{it}$$

Ecuación 2.3. Especificación del modelo 3 (M3)

2.5 Modelos econométricos para datos de panel

En este estudio se busca determinar el impacto de la tasa de fertilidad total en el nivel de vida per cápita de los países utilizando modelos econométricos de datos de panel.

Los datos de panel combinan una dimensión temporal y una transversal. Se observan las mismas unidades durante dos o más períodos (Stock & Watson, 2012). Este enfoque se

centra en paneles cortos, caracterizados por muestras en las que el número de individuos (N) supera al número de períodos analizados (T) (Cameron & Trivedi, 2005).

2.5.1 Estimación con datos de panel

De acuerdo con Stock & Watson (2012), el proceso de estimación con datos de panel es una extensión de la regresión múltiple, que toma en cuenta variables que cambian tanto a nivel individual como temporal. En consecuencia, se considera una variable y_{it} que es una función lineal de x_k variables explicativas, donde $k = 1, 2, \dots, K$:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it1} + \dots + \beta_K x_{itK} + a_i + u_{it}, \quad i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, k \text{ y } t = 1, \dots, T$$

Ecuación 2.4. Función lineal de K variables explicativas

Donde:

y_{it} : variable dependiente del individuo i en el año t

β_0 : término constante

β_j : coeficiente de la variable independiente j

x_{itj} : variable independiente j para el individuo i en el año t

a_i : factores no observados constante en el tiempo que afectan a y_{it}

u_{it} : error idiosincrático, hace referencia a factores no observados que varían a lo largo del tiempo (t) y entre individuos (i)

El análisis estándar de datos de panel utiliza una gama más amplia de modelos y estimadores en comparación con el análisis de datos de corte transversal. Principalmente, se utilizan los modelos de regresión agrupada, modelo de efectos fijos y modelo de efectos aleatorios, los cuales se explicarán a continuación.

2.5.1.1 Regresión agrupada

La ecuación 2.4. puede representarse como la ecuación 2.5.:

$$y_{it} = \alpha_i + \beta' x_{it} + u_{it}, \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T$$

Ecuación 2.5. Modelo de datos de panel

Donde:

x_{it} : vector $1 \times k$ de regresores observados para el individuo i en el tiempo t

β : vector $k \times 1$ de parámetros desconocidos

a_i : factores no observados constantes en el tiempo que afectan a y_{it}

u_{it} : término de error

2.5.1.1.1 Estimador agrupado por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

Este estimador asume que $\alpha_i = \alpha$, para todo i . Es decir, todos los interceptos son homogéneos. Entonces, el modelo de datos de panel de la ecuación 2.5. se reduce a la ecuación 2.6.:

$$y_{it} = \alpha + \beta'x_{it} + u_{it}$$

Ecuación 2.6. Modelo de datos de panel con interceptos iguales

En ese caso α y β pueden ser estimados utilizando MCO (Mínimos Cuadrados Ordinarios). El estimador resultante β se conoce como estimador MCO agrupado y se calcula mediante:

$$\hat{\beta}_{OLS} = \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(x_{it} - \bar{x})' \right]^{-1} \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(y_{it} - \bar{y})' \right]$$

Ecuación 2.7. Estimador MCO agrupado

Donde:

$$\bar{x} = (NT)^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T x_{it}, \quad \bar{y} = (NT)^{-1} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T y_{it}$$

Ecuación 2.8. Definición de \bar{x} e \bar{y}

Asumiendo que $\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(x_{it} - \bar{x})'$ es una matriz no singular. El estimador agrupado es insesgado y consistente si x_{it} es estrictamente exógeno y los interceptos son homogéneos (Pesaran, 2015). La inferencia es afectada por la heterocedasticidad de los errores u_{it} y la dependencia temporal. Sin embargo, no afectan a la propiedad de consistencia del estimador agrupado, cuando T es fijo y N es grande (Pesaran, 2015).

De manera más formal, se asumen las hipótesis ($H_j; j = 1, \dots, 5$) (Pesaran, 2015):

- **H1:** $E(u_{it}|x_{it}) = 0, \forall i, t$ y t'
- **H2:** Los regresores, x_{it} , son deterministas y acotados
- **H3:** La matriz $Q_{p,NT}$ de dimensiones $k \times k$ definida por la ecuación 2.9:

$$Q_{p,NT} = \frac{1}{NT} \sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T (x_{it} - \bar{x})(x_{it} - \bar{x})'$$

Ecuación 2.9. Matriz $Q_{p,NT}$ de dimensiones $k \times k$

Es definida positiva para todos los valores de N y T, conforme N y/o T tienden a infinito.

- **H4:** Los errores, u_{it} , son independientes entre las secciones cruzadas.
- **H5:** Los errores, u_{it} , pueden ser heterocedásticos entre secciones cruzadas y correlacionados temporalmente.

2.5.1.1.2 Crítica a la regresión agrupada:

Si suponemos que algunos de los efectos individuales son no observables y se incluyen en una única variable α_i . Estableciendo $u_{it} = \varepsilon_{it} + \alpha_i$, $1, \dots, N$; $t = 1, \dots, T$ esto tendrá dos implicaciones (Novales, 2011):

1. Si alguno de los efectos individuales no observados α_i está correlacionado con alguna variable x_{it} , la estimación por MCO agrupados será sesgada e inconsistente.
2. Cuando se utiliza MCO agrupados para la estimación, la presencia de efectos individuales en el término de error genera una autocorrelación particular, debido a que los errores relacionados con el mismo individuo estarán correlacionados entre sí:

$$E(u_{it}u_{is}) = \sigma_u^2, \quad t \neq s$$

Ecuación 2.10. Correlación entre los errores de un mismo individuo

Esto ocasiona que los estimadores no sean eficientes (Novales, 2011).

2.5.1.1.3 Estimación Generalizada de Mínimos Cuadrados Agrupados

En búsqueda de una mayor eficiencia de los estimadores se prefiere utilizar la estimación de Mínimos Cuadrados Generalizados (GLS). Es fundamental considerar que la consistencia del estimador GLS exige una condición más rigurosa de falta de correlación entre las variables explicativas y los términos de error. Ahora, cada componente en x_i debe ser no correlacionado con u_i (Novales, 2011).

2.5.1.2 Modelo de efectos fijos

El estimador de efectos fijos elimina el efecto no observable constante en el tiempo, α_i , mediante la transformación de efectos fijos, que también elimina cualquier variable

explicativa constante en el tiempo. Además, el modelo de efectos fijos permite la correlación entre a_i y las variables explicativas en cualquier período, es decir:

$$\text{cov}(x_{itj}, a_i) \neq 0, \quad i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, k \text{ y } t = 1, \dots, T$$

Ecuación 2.11. Covarianza entre x_{itj} y a_i

La transformación de efectos fijos es la siguiente:

Tomando en cuenta la ecuación 2.4.:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it1} + \dots + \beta_k x_{itk} + a_i + u_{it}, \quad i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, k \text{ y } t = 1, \dots, T$$

Ecuación 2.4. Función lineal de K variables explicativas

Si para cada i , se promedia la ecuación en el tiempo se obtiene:

$$\bar{y}_i = \beta_0 + \beta_1 \bar{x}_{i1} + \dots + \beta_k \bar{x}_{ik} + a_i + \bar{u}_i$$

Ecuación 2.12. Promedio en el tiempo de la ecuación 2.4.

Donde, los promedios a través del tiempo se definen de la siguiente manera:

$$\bar{y}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^{t=T} y_{it} \quad \bar{x}_{ij} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^{t=T} x_{itj} \quad \bar{u}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^{t=T} u_{it}$$

donde: $i = 1, \dots, N; j = 1, \dots, k \text{ y } t = 1, \dots, T$

Ecuación 2.13. Definición de \bar{x}_{ij} , \bar{y}_i y \bar{u}_i

Al restar la ecuación 2.12. de la ecuación 2.4. para cada t , se obtiene:

$$y_{it} - \bar{y}_i = +\beta_1 (x_{it1} - \bar{x}_{i1}) + \dots + \beta_k (x_{itk} - \bar{x}_{ik}) + u_{it} - \bar{u}_i$$

Ecuación 2.14. Transformación de efectos fijos

Al simplificar la ecuación 2.14., se obtiene:

$$\dot{y}_{it} = \beta_1 \dot{x}_{it} + \dots + \beta_k \dot{x}_{ik} + \ddot{u}_{it}, \quad t = 1, 2, \dots, T$$

Ecuación 2.15. Estimador de efectos fijos

En la ecuación 2.15. se observa que, mediante la transformación, se ha eliminado el efecto inobservable constante en el tiempo a_i . Además, se obtuvo el estimador de efectos fijos o estimador intragrupal (within). Esto sugiere que se debe realizar una estimación combinada de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) de esta ecuación (Wooldridge, 2010).

2.5.1.3 Modelo de efectos aleatorios

A diferencia del modelo de efectos fijos, en el modelo de efectos aleatorios el efecto inobservable constante en el tiempo a_i no está correlacionado con las variables explicativas en ningún período (Wooldridge, 2010), es decir:

$$cov(x_{itj}, a_i) = 0, \quad i = 1, \dots, N; \quad j = 1, \dots, k \text{ y } t = 1, \dots, T$$

Ecuación 2.16. Covarianza entre x_{itj} y a_i

Por lo tanto, si se utiliza la transformación de efectos fijos para eliminar a_i se obtendrían estimadores ineficientes (Wooldridge, 2010).

Al tomar nuevamente la ecuación 2.4.:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it1} + \dots + \beta_K x_{itK} + a_i + u_{it}, \quad i = 1, \dots, N; \quad j = 1, \dots, k \text{ y } t = 1, \dots, T$$

Ecuación 2.4. Función lineal de K variables explicativas

Si se asume que $cov(x_{itj}, a_i) = 0$, entonces se trata de un modelo de efectos aleatorios.

“De hecho, los supuestos ideales de los efectos aleatorios incluyen todos los supuestos de efectos fijos más el requisito adicional de que a_i es independiente de todas las variables explicativas en todos los periodos” (Wooldridge, 2010, p.489).

En este caso, se define un término de error compuesto v_{it} que tiene la siguiente estructura:

$$v_{it} = a_i + u_{it}$$

Ecuación 2.17. Término de error compuesto v_{it}

Si se reemplaza la ecuación 2.17. en la ecuación 2.4., se obtiene:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 x_{it1} + \dots + \beta_K x_{itk} + v_{it}$$

Ecuación 2.18. Modelo de datos de panel con el término de error compuesto

Es decir, v_{it} contiene a u_{it} que varía entre individuos y a lo largo del tiempo, además de, a_i que es constante en el tiempo y está correlacionada con las variables explicativas x_{it} . Como resultado v_{it} está correlacionado serialmente en cada período de tiempo. Por lo tanto, es necesario estimar el modelo de efectos aleatorios utilizando el método de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG) para corregir el problema de correlación serial (Wooldridge, 2010).

En la presente investigación se utilizarán los modelos de efectos fijos y aleatorios para estimar M1 (ecuación 2.1.). Por otro lado, M2 (ecuación 2.2.) y M3 (ecuación 2.3.) serán estimados utilizando el modelo de regresión agrupada.

2.6 Pruebas de especificación y validación de los modelos

2.6.1 Prueba de Hausman

La elección entre el modelo de efectos aleatorios (EA) y efectos fijos (EF) depende de si α_i y x_{it} están relacionados. Para lo cual se utiliza la prueba de Hausman, que se basa en la diferencia entre las estimaciones de EA y EF. Si α_i y x_{it} están correlacionados el modelo EF es consistente, mientras que el modelo EA no lo es. Si existe una diferencia estadísticamente significativa entre las estimaciones de EA y EF, se interpreta como evidencia de que la suposición de efectos aleatorios es incorrecta (Wooldridge, 2001). En otras palabras, H_0 establece que la diferencia en los coeficientes no es sistemática. Por lo tanto, si se rechaza H_0 ($p - valor < 0.05$) se prefiere utilizar el modelo de efectos fijos. Al aplicar esta prueba sobre M1 se rechazó H_0 , por lo cual es preferible utilizar el modelo de efectos fijos (ver Anexo II).

2.6.2 Prueba de Baltagi-Wu

La autocorrelación se produce cuando el término de error no es independiente en el tiempo, es decir, está correlacionado consigo mismo a través del tiempo (Novales, 1993). Para evaluar la autocorrelación en modelos de datos de panel, se utiliza una adaptación de la prueba de Durbin-Watson, como la prueba de Baltagi-Wu. H_0 establece que no existe correlación serial en los errores idiosincráticos. Si se rechaza H_0 ($p - valor < 0.05$), se concluye que hay correlación serial en los errores idiosincráticos (Croissant & Millo, 2019). Al aplicar esta prueba sobre M1, M2 y M3 se verifica la presencia de autocorrelación (ver Anexo III).

2.6.3 Factor de Inflación de la Varianza (VIF)

El VIF es una herramienta utilizada para detectar y abordar la multicolinealidad (la correlación entre las variables explicativas). Es una medida cuantitativa que comienza en 1 y no tiene un límite superior. Un VIF de 1 indica que no hay correlación entre las variables predictoras, mientras que valores entre 5 y 10 están se asocian con una colinealidad débil. Valores superiores a 10 se consideran problemáticos (Wooldridge, 2010). A este respecto, se verificó que, en general, en M2 y M3 no hay una multicolinealidad seria en ninguno de los modelos (ver Anexo IV).

2.6.4 Heteroscedasticidad

El término de error tiene heterocedasticidad si la varianza no es la misma para todas las observaciones de la muestra (Novales, 1993). Como resultado, los estimadores son ineficientes. Para diagnosticar este problema se utiliza la prueba de Breusch-Pagan, donde H_0 establece que la varianza del término de error es homoscedástica (Novales, 1993). Si se rechaza H_0 ($p - \text{valor} < 0.05$) existe heterocedasticidad. En el caso de M1, M2 y M3 se rechazó H_0 (Anexo V), por lo cual los residuos de los tres modelos son heterocedásticos.

Las pruebas descritas anteriormente se utilizan para seleccionar el modelo más adecuado y detectar problemas de multicolinealidad, autocorrelación y heterocedasticidad. En este caso, los modelos M1, M2 y M3 presentan problemas de autocorrelación y heterocedasticidad. Por este motivo, se empleó el método MCG, que permite corregir los problemas de heterocedasticidad y autocorrelación. Por lo tanto, los resultados obtenidos bajo esta metodología se considerarán válidos.

3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Resultados

Esta sección proporciona una descripción detallada de los resultados obtenidos al estimar y validar los modelos propuestos en el Capítulo 2. Las versiones de modelos que se presentan a continuación han pasado las pruebas de post estimación (ver Anexos II-V). El presente análisis de los resultados combina reflexiones teóricas y empíricas.

3.1.1 Discusión de resultados

Tabla 3.1. Resumen de la estimación de los modelos M1, M2 y M3

	M1	M2	M3
Variables	PIB per cápita	PIB per cápita	PIB per cápita
INTERCEPTO		5.1343*** (0.2263)	4.9846*** (0.2340)
LN_C	0.351*** (0.0159)	0.133*** (0.0115)	0.131*** (0.0113)
FR	0.1085*** (0.0167)	-0.0079 (0.0156)	-0.0051 (0.0159)
LE	0.0142***	0.0359 ***	0.0375***

	(0.0025)	(0.0026)	(0.0027)
EMP	0.0013***	0.0012***	0.0014***
	(0.0009)	(0.0002)	(0.0029)
I_D	0.0428***	0.0299**	0.0065
	(0.0107)	(0.0100)	(0.0100)
LN_H	0.9650***	0.4349***	0.5821***
	(0.1231)	(0.1090)	(0.1108)
Categoría de referencia IA (Ingreso Alto)			
IB		-1.7434***	-2.1170***
(Ingreso Bajo)		(0.2265)	(0.2305)
IMB		-1.0481***	-1.1669***
(Ingreso Mediano Bajo)		(0.0818)	(0.0828)
IMA		-0.5863***	-0.5495***
(Ingreso Mediano Alto)		(0.0632)	(0.0652)
Categoría de referencia: RECA (Región de Europa y Asia Central)			
RLAC			-0.1266.
(América Latina y Caribe)			(0.0687)
RMEA			-0.2193*
(Medio Oriente y África)			(0.0932)
RNA			0.3338**
(América del Norte)			(0.1020)
RESA			-0.1071
(Sudeste Asiático)			(0.1563)
N	71	71	71
<i>R² ajustado</i>	0.7255	0.8051	0.8302
Efectos fijos	X		
Regresión agrupada		x	x

0 ‘***’, 0.001 ‘**’, 0.01 ‘*’, 0.05 ‘.’, 0.1 ‘ ‘ ’

Errores estándar entre paréntesis

Elaborado por: Borja Gabriela, 2024

Tasa de fertilidad total (TFT): Los hallazgos muestran que un incremento de 1 unidad en la tasa de fertilidad total (equivalente a un nacimiento adicional por mujer) se relaciona con un aumento del 10.88% en el PIB per cápita, manteniendo constantes todas las demás variables, según la especificación del Modelo 1 (M1). Aunque estos resultados son controvertidos en la literatura, algunos autores (Kuznets, 1967; Jones, 1998; Simon, 1998; Mahmoudinia et al., 2020) coinciden en esta asociación positiva. Las especificaciones M2 y M3 no muestran impactos estadísticamente significativos en el PIB per cápita cuando varía la tasa de fertilidad total, lo cual concuerda con las conclusiones de Kelley et al. (1995) y Bloom et al. (2003).

La evaluación del efecto en los cambios de la tasa de fertilidad total de los países en sus niveles de desarrollo económico se ha estudiado desde tres enfoques: análisis estadísticos agregados (macroeconómicos), estudios microeconómicos y ejercicios de simulación. Como se precisó en la Sección 2, este trabajo de investigación se concentra en el enfoque macroeconómico. Además, es preciso mencionar que, si bien el desarrollo y el crecimiento económicos son conceptos distintos, se ha evidenciado ampliamente que el crecimiento económico (medido por el PIB per cápita) es un determinante relevante del desarrollo económico y el bienestar de los individuos de un país (Helliwell et al., 2024).

En el análisis macroeconómico destaca el aporte de Kuznets (1967) quien encontró una correlación favorable entre el ingreso per cápita y el crecimiento de la población. Según Kuznets (1967), la experiencia en los países desarrollados refleja la capacidad continua para suministrar a una población en crecimiento más bienes y servicios per cápita. Las tasas elevadas de crecimiento conllevan cambios rápidos en la forma de producir y vivir, lo que se refleja en la industrialización y urbanización.

Los patrones de fertilidad han cambiado desde finales de la década de 1960, cuando terminó el *baby boom* en muchos países desarrollados. Específicamente, en los países de la OCDE la tasa de fertilidad total (TFT) ha disminuido en un promedio de 2.71 hijos por mujer a finales de la década de 1960 a 1.71 en 2008 (Thévenon & Gauthier, 2011). Sin embargo, el tamaño y el momento de la disminución varían entre países. Actualmente, las tendencias de fertilidad se mantienen divergentes entre países. Por un lado, en países como Corea, Japón, Portugal y Polonia, la tasa de fertilidad total se redujo debido a dos factores principales: una baja TFT entre las mujeres mayores de 30 años y una reducción

en la tasa de fertilidad entre las mujeres más jóvenes (Thévenon & Gauthier, 2011). En contraste, el descenso de la TFT se ha ralentizado e incluso revertido en la mayoría de los países europeos (especialmente notable en: República Checa, Francia, España, Suecia y el Reino Unido) desde mediados de la década de 1990 o principios de la década de 2000 (Thévenon & Gauthier, 2011). Aunque la TFT ha aumentado en estos países, las mujeres no siempre tienen más hijos en comparación con generaciones anteriores. Esto se debe a que, ha habido una desaceleración en la disminución de las tasas de fertilidad entre las mujeres menores de 30 años y un incremento en los nacimientos entre las mujeres mayores de 30 años en algunos países desde principios de los 2000 (Thévenon & Gauthier, 2011). Este hecho se atribuye a la generación de condiciones políticas y sociales que han facilitado el crecimiento de la población, como las políticas familiares que tienen un impacto positivo y significativo en la fertilidad (Fent et al., 2013).

Al estimar el impacto de un aumento de la TFT en el modelo 1, el resultado de la Tabla 3.1 refleja un incremento asociado en el crecimiento de la actividad económica. Sin embargo, este efecto es estadísticamente nulo en las especificaciones M2 y M3 (ver Tabla 3.1). Estas especificaciones (M2 y M3) incluyen variables que permiten capturar las diferencias entre los países por nivel de ingreso medio y región. En este caso, el efecto de la TFT sobre el crecimiento de la actividad económica desaparece al incluir la región y el nivel de ingreso medio de los países. Este resultado coincide con la perspectiva “neutralista” respecto al crecimiento poblacional, la cual establece que el crecimiento poblacional sostenido carece de un impacto considerable en el crecimiento económico. Esto se debe a factores el nivel educativo de la población, la calidad de las instituciones políticas y civiles, la extensión del país y su apertura comercial (Bloom et al., 2003) .

Según Ashraf et al. (2013), los efectos económicos de la fertilidad (o crecimiento de la población) son débiles. Mientras un país se desarrolla, el crecimiento de la población cambia debido a factores internos (endógenos) propios del desarrollo. Además, otros factores como las instituciones y la cultura, que también influyen en la dinámica poblacional, pueden tener un efecto directo en el desarrollo económico. Sin embargo, estos factores son difíciles de observar y medir con precisión (Ashraf et al., 2013). Además, los cambios en la fertilidad y sus efectos en la economía tardan muchos años en manifestarse. Por lo tanto, a nivel macroeconómico, separar los efectos directos del crecimiento de la población de otros factores dificulta su análisis y comprensión.

Expectativa de vida: Los resultados detallados en la Tabla 3.1 indican que un aumento de 1 unidad en la expectativa de vida (equivalente a un aumento de 1 año en la esperanza de vida) está asociado con incrementos del 1.44%, 3.60% y 3.75% en el PIB per cápita

(manteniendo constantes todas las demás variables), según las especificaciones de los modelos M1, M2 y M3, respectivamente. La relación entre la expectativa de vida y el PIB per cápita se debe a: un mayor ingreso per cápita da un mejor acceso a servicios de salud, públicos y privados, lo que reduce la mortalidad en una nación. Este beneficio en la atención médica conlleva a una población con una esperanza de vida más elevada. Asimismo, un sistema de salud eficaz fomenta una fuerza laboral más saludable, lo que a su vez impulsa la productividad económica. Estos resultados coinciden con los de Ngangue & Manfred (2015), Gürler & Özsoy (2018) y Azomahou et al. (2009).

Empleo: Los resultados indican que un aumento de 1000 personas empleadas se asocia con un incremento del 1,3 %, 1,2 % y 1,4 % en el PIB per cápita en las especificaciones de M1, M2 y M3, manteniendo constantes las demás variables. Este resultado coincide con la evidencia empírica proporcionada por Khan (2007), Kapsos (2005) y Sudrajat et al. (2008), quienes sugieren que el crecimiento económico y la generación de empleo están estrechamente vinculados. De acuerdo con Sudrajat et al. (2008), la interacción entre empleo y crecimiento económico se explica de la siguiente manera: las empresas reducirán el empleo en las recesiones y lo aumentarán en una etapa temprana de la expansión. Además, para aumentar la tasa de empleo, es necesario que el crecimiento económico supere el incremento de la productividad (Sudrajat et al., 2008).

Investigación y Desarrollo: Los resultados muestran que un incremento de una unidad en el gasto bruto interno en investigación y desarrollo (I+D), equivalente a un aumento de un punto porcentual del PIB, se relaciona con un aumento del 4.28% y 2.99% en el PIB per cápita, según las especificaciones de los modelos M1 y M2. Por otro lado, la especificación M3 no exhibe un impacto estadísticamente significativo en el PIB per cápita al variar el gasto bruto interno en investigación y desarrollo (I+D). Este hallazgo coincide con los resultados encontrados por Inekwe (2014) y Horvath (2011). Horvath (2011) establece que existe un sólido consenso en la literatura económica respecto al impacto positivo de la inversión en investigación y desarrollo (I+D) en el crecimiento económico a largo plazo. Actualmente, el avance tecnológico mediante la investigación y el desarrollo (I+D) se considera un factor crucial para el crecimiento de las empresas individuales y, por ende, para el fortalecimiento de la economía. Este reconocimiento se debe a que la generación y difusión de ideas son fundamentales para abordar los desafíos de crecimiento (Inekwe, 2014).

Stock de Capital: Los resultados indican que un incremento de 1% en el capital está asociado con un aumento de 0.351%, 0.133% y 0.131% en el PIB per cápita, según las especificaciones de los modelos M1, M2 y M3, respectivamente, manteniendo constantes

todas las demás variables. Este resultado coincide con los hallazgos de Rodríguez et al. (2018) y Kim & Lau (1994). Según Rodríguez et al. (2018), existen diversas hipótesis que intentan explicar la relación entre el stock de capital y el crecimiento económico. Sin embargo, no hay consenso sobre la dirección de causalidad entre ellos. Una de las ideas planteadas es que un aumento en la inversión puede estimular el crecimiento económico. Desde un punto de vista teórico, se argumenta que la inversión total influye en el crecimiento económico al aumentar tanto el stock de capital como al promover el desarrollo tecnológico. Otra hipótesis planteada es que el crecimiento económico es la principal causa de la acumulación de capital. Asimismo, con respecto al “milagro asiático”, Kim & Lau (1994) identificaron que el rápido crecimiento de la mayoría de estos países puede explicarse simplemente por la creciente acumulación de stock de capital.

Índice de capital humano: Los resultados muestran un aumento de 1% en el capital asociado con incrementos del 0,97%, 0.435% y 0.582% en el PIB per cápita, según las especificaciones de los modelos M1, M2 y M3, manteniendo constantes las demás variables. Este resultado coincide con los hallazgos de Weil & Sharma (2013) y Todaro & Smith (2010). De acuerdo con Todaro & Smith (2010), la educación y la salud son metas fundamentales del desarrollo, y, a su vez, el desarrollo económico tiene un fuerte componente de crecimiento económico (Helliwell et al., 2024). El bienestar depende mucho de la salud, y una vida gratificante se apoya en una educación sólida, por lo que se infiere que, ésta, son determinantes esenciales del capital humano (lo que determina el crecimiento económico (Barro & Sala-i-Martin, 1995). Específicamente, la educación tiene un rol clave en la capacidad de un país en desarrollo para asimilar la tecnología moderna y desarrollar la capacidad para un crecimiento y desarrollo autosostenibles. De acuerdo con Weil & Sharma (2013), existe una fuerte relación entre los años promedio de escolaridad en un país y su nivel de ingreso per cápita. De hecho, en las economías avanzadas, las habilidades intelectuales son más importantes que las aptitudes físicas para determinar el salario de un individuo. Por lo tanto, la educación es considerada la forma más importante de inversión en capital humano. En el ámbito de la educación, muchos economistas sostienen que hay externalidades significativas: es decir, educar más a una persona no solo incrementa su propia productividad, sino también la producción de quienes la rodean (Weil & Sharma, 2013). En resumen, un aumento en el índice de capital humano tiende a asociarse con un aumento en el PIB per cápita.

3.2 Conclusiones

Este proyecto tuvo como objetivo investigar la relación causal entre la tasa de fertilidad total (TFT) y el crecimiento económico en 71 países durante el período 1996-2019, utilizando modelos adecuados para datos de panel. Para ello, se analizaron variables como el nivel de vida per cápita, la tasa total de fertilidad, el stock de capital, la expectativa de vida, el empleo, la investigación y desarrollo, el índice de capital humano, la región y el ingreso. La investigación buscó determinar el impacto de la TFT en el nivel de vida per cápita, combinando una dimensión transversal y una temporal en paneles cortos, donde el número de individuos superaba al número de períodos analizados.

Los hallazgos más significativos se relacionan con la tasa de fertilidad total y el índice de capital humano. En cuanto a la TFT, los resultados del Modelo 1 (M1) indicaron que un aumento en el número de nacimientos por mujer, a nivel nacional, está asociado con un incremento en el PIB per cápita. Esto contrasta con la evidencia predominante en la literatura, que generalmente considera la relación entre fertilidad y crecimiento económico como negativa o nula. Además, se demostró que la inclusión de factores como el nivel de ingreso medio y la región elimina el efecto de la TFT sobre el PIB per cápita, como se evidenció en las especificaciones de los Modelos 2 y 3 (M2 y M3).

En cuanto al índice de capital humano, los resultados mostraron que un aumento en este índice se correlaciona con incrementos en el PIB per cápita, confirmando los hallazgos de Weil & Sharma (2013) y Todaro & Smith (2010). Estos resultados subrayan la importancia de la educación y la salud como factores esenciales para el nivel de vida per cápita de los países, apoyando la idea de que una mayor inversión en capital humano impulsa significativamente el crecimiento del PIB per cápita. Las demás variables, incluyendo empleo, investigación y desarrollo, stock de capital y expectativa de vida, confirmaron resultados consistentes con la literatura existente, resaltando la importancia de factores como la creación de empleo y el gasto en I+D en el crecimiento económico.

En general, estos hallazgos permiten afirmar que la estructura de edad de una población tiene un impacto significativo en múltiples aspectos de la sociedad, incluyendo el nivel de vida y crecimiento económico, la participación en la fuerza laboral y la provisión de servicios educativos y de salud. En la actualidad, los países de bajos ingresos, caracterizados por altas tasas de fertilidad, tienen poblaciones mayoritariamente jóvenes, mientras que los países de altos ingresos enfrentan desafíos debido a una proporción considerable de población en edad avanzada (Ritchie & Roser, 2024). Aunque los países más ricos han aprovechado la transición demográfica, ahora se enfrentan al reto de una creciente

proporción de jubilados. En contraste, los países de bajos ingresos tienen la oportunidad de beneficiarse del dividendo demográfico derivado de las rápidas reducciones en las tasas de fertilidad. Sin embargo, para maximizar este potencial, es crucial contar con un entorno político sólido que fomente la educación, la salud y la creación de empleo. Así, este trabajo coincide con los autores que afirman que, si los países de bajos ingresos logran establecer estas condiciones, podrían beneficiarse económicamente durante el siglo XXI.

3.3 Recomendaciones

Los hallazgos de esta investigación coinciden con la teoría positiva sobre fertilidad y crecimiento económico (ver Subsección 1.4.6.2). Para aprovechar este crecimiento poblacional este trabajo recomienda considerar las afirmaciones de autores como (Hayes et al., 2015), a saber, es recomendable invertir estratégicamente en capital humano y mejorar la educación de los trabajadores, lo que implica tomar medidas como: (i) mejorar el acceso y la calidad de la educación secundaria y superior; (ii) incrementar la capacitación en habilidades de la fuerza laboral mediante certificaciones y competencias; (iii) ampliar el número de instituciones de formación y alinear el sistema educativo con las necesidades del mercado laboral. Además, se recomienda, no solo incentivar la tasa de fecundidad en los países, sino también procurar condiciones de vida digna para los habitantes tal que la fecundidad sea deseada y no impuesta.

Una limitación de este estudio refiere a lo afirmado por Ashraf et al. (2013), a saber, este ejercicio empírico no captura el hecho de que la reducción de la fecundidad también es consecuencia, y no solo una causa directa de cambios subyacentes que promueven el desarrollo. Es decir, la disminución de la tasa de fertilidad total es el resultado de factores socioeconómicos y culturales más profundos, como el aumento del nivel educativo de las mujeres, el acceso mejorado a servicios de salud reproductiva, y cambios en las preferencias familiares hacia tamaños de familia más pequeños. Esta limitante responde a que el análisis econométrico de datos agregados sobre fertilidad no puede establecer relaciones causales, dado que la fertilidad es una variable endógena. Esto significa que su variación se explica por otros factores dentro del sistema económico y social. En lugar de demostrar causalidad directa, este análisis muestra cómo la fertilidad covaría con el crecimiento económico y el nivel de vida de los países. Una extensión natural es, entonces, el intentar establecer alguna estrategia de modelación que permita establecer una relación causal.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdullah, N. Bin. (2022). A Panel Data Approach of Determining Factors of Economic Growth for Different Income Groups of Countries.

Ashraf, Q. H., Weil, D. N., & Wilde, J. (2013). The Effect of Fertility Reduction on Economic Growth. *Population and Development Review*, 39, 1–34.

Azomahou, T. T., Boucekkine, R., & Diene, B. (2009). A closer look at the relationship between life expectancy and economic growth. *International Journal of Economic Theory*, 5(2), 201–244. <https://doi.org/10.1111/j.1742-7363.2009.00105.x>

Barro, R. J., & Sala-i-Martin, X. (1995). Technological Diffusion, Convergence and Growth (5151). https://www.nber.org/system/files/working_papers/w5151/w5151.pdf

Bloom, D. E. (David E., Canning, David., Sevilla, Jaypee., & Population Matters (Project). (2003). The demographic dividend: a new perspective on the economic consequences of population change. *Rand*.

Cameron, C., & Trivedi, P. (2005). *Microeconometrics. Methods and Applications* (S. Parris, Ed.; First). Cambridge University Press.

Croissant, Y., & Millo, G. (2019). *Panel data econometrics with R* (First). John Wiley & Sons.

Durlauf, S. N., Kourtellos, A., & Tan, C. M. (2008). Are any growth theories robust? *. *The Economic Journal*, 329–346.

Feenstra, R. C. (2023, January 23). Penn World Table version 10.01. Faculty of Economics and Business. <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/?lang=en>

Feenstra, R. C., Inklaar, R., & Timmer, M. P. (2015). The Next Generation of the Penn World Table. *American Economic Review*, 3150–3182.

Feng, G., Gao, J., & Peng, B. (2022). An integrated panel data approach to modelling economic growth. *Journal of Econometrics*, 228(2), 379–397. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.09.009>

Fent, T., Aparicio Diaz, B., & Prskawetz, A. (2013). Family policies in the context of low fertility and social structure. *Demographic Research*, 29, 963–998. <https://doi.org/10.2307/26348181>

Fondo de Población de las Naciones Unidas. (2014, November 18). Dividendo demográfico. <https://www.unfpa.org/es/dividendo-demogr%C3%A1fico#readmore-Expand>.

Freire Seoane, M. J., & Teijeiro Álvarez, M. (2010). Las ecuaciones de Mincer y las tasas de rendimiento de la educación en. *Investigaciones de Economía de La Educación* 5, 285–304. <https://ideas.repec.org/h/aec/ieed05/05-14.html>

Grupo Banco Mundial. (2024). Países y economías. <https://datos.bancomundial.org/country>.

Gürler, M., & Özsoy, Ö. (2018). Exploring the relationship between life expectancy at birth and economic growth in 56 developing countries. *Journal of Global Health Reports*, 3. <https://doi.org/10.29392/joghr.3.e2019001>

Hayes, A., Setyonaluri, D., Ferraris, J., Makalew, R., Prayudi, D., Harahap, D., & Sardjono, E. (2015). Taking Advantage of The Demographic Dividend in Indonesia: A Brief Introduction to Theory and Practice. [https://indonesia.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/Buku_Policy_Brief_on_Taking_Advantage_on_Demographic_Dividend_02c_\(2\)_0.pdf](https://indonesia.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/Buku_Policy_Brief_on_Taking_Advantage_on_Demographic_Dividend_02c_(2)_0.pdf)

Helliwell, J. F., Layard, R., Sachs, J. D., De Neve, J.-E., Aknin, L. B., & Wang, S. (2024). *World Happiness Report*.

Horvath, R. (2011). Research & development and growth: A Bayesian model averaging analysis. *Economic Modelling*, 28(6), 2669–2673. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2011.08.007>

Inekwe, J. N. (2014). The Contribution of R&D Expenditure to Economic Growth in Developing Economies. *Social Indicators Research*, 124(3), 727–745. <https://doi.org/10.1007/s11205-014-0807-3>

Jones, C. I. (1998). *Population and Ideas: A Theory of Endogenous Growth* (3). <http://www.stanford.edu/>

Kapsos, S. (2005). The employment intensity of growth: Trends and macroeconomic determinants.

Kelley, A. C., Schmidt, R. M., & Claiborne, E. (1995). Aggregate Population and Economic Growth Correlations: The Role of the Components of Demographic Change*. In *Demography* (Vol. 32, Issue 4).

- Kim, J. Il, & Lau, L. J. (1994). The sources of economic growth of the east asian newly industrialized countries. *Journal of The Japanese and International Economies*, 8(3), 235–271. <https://doi.org/10.1006/jjie.1994.1013>
- Kuznets, S. (1967). Population Problems. *American Philosophical Society*, 111(3), 170–193.
- Mahmoudinia, D., Hosseini Kondelaji, M. H., & Jafari, S. (2020). The Causality Relationship between Population Growth, Economic Growth and Capital Stock in OIC Countries and Its Policy Aspects. *International Journal of Economics and Politics*, 117–132.
- Ngangue, N., & Manfred, K. (2015). The Impact of Life Expectancy on Economic Growth in Developing Countries. *Asian Economic and Financial Review*, 5(4), 653–660. <https://doi.org/10.18488/journal.aefr/2015.5.4/102.4.653.660>
- Novalés, A. (1993). *Econometría: Vol. Primero (I. Capella, Ed.; Segunda)*. McGraw-Hill.
- Novalés, A. (2011). Panel Data Estimation. <http://www.bls.gov/nls/nlsdoc.htm>,
- Pesaran, H. (2015). *TIME SERIES AND PANEL DATA ECONOMETRICS (First, pp. 636–639)*. Oxford University Press.
- Population Reference Bureau. (2023). 2023 World Population Datasheet.
- Poston, Dudley L, Bouvier, & Leon F. (2010). *Population and Society. An Introduction to Demography*. (E. Parsons, Ed.; 1st ed., Vol. 1). Cambridge University Press.
- Rahman Khan, A. (2007). Growth, employment and poverty: An analysis of the vital nexus based on some recent UNDP and ILO/SIDA studies. In *Economic & Social Affairs*. <http://www.un.org/esa/desa/papers>
- Ritchie, H., & Roser, M. (2024). Age Structure. <https://Ourworldindata.Org/Age-Structure>.
- Rodríguez Benavides, D., Mendoza González, M. Á., & Martínez García, M. Á. (2018). Capital Accumulation and State Growth in Mexico: A Panel Data Analysis. <https://www.probdes.iiiec.unam.mx/index.php/pde/article/download/61286/62361?inline=1>

- Roser, M. (2019). The global population pyramid: How global demography has changed and what we can expect for the 21st century. [Ttps://Ourworldindata.Org/Global-Population-Pyramid](https://Ourworldindata.Org/Global-Population-Pyramid).
- Ross, J. (2004, September). Understanding the Demographic Dividend. <https://Www.Imf.Org/External/Pubs/Ft/Fandd/2006/09/Basics.Htm#author>.
<https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2006/09/basics.htm#author>
- Simon, J. (1998). and the Population Growth Debate Author(s): Dennis A. In Ahlburg
Source: Population and Development Review (Vol. 24, Issue 2).
<http://www.jstor.org>URL:<http://www.jstor.org/stable/2807977>
- Stock, J. H., & Watson, M. M. (2012). Introducción a la Econometría 3.ª edición (Third). www.pearson.es
- Sudrajat, L. W., Sparrow, R., Jan, D., & Heemst, V. (2008). ECONOMIC GROWTH AND EMPLOYMENT.
- Thévenon, O., & Gauthier, A. H. (2011). Family policies in developed countries: A “fertility-booster” with side-effects. *Community, Work and Family*, 14(2), 197–216. <https://doi.org/10.1080/13668803.2011.571400>
- Todaro, M., & Smith, S. (2010). Economic development Eleventh Edition (D. Battista, L. Sloan, S. Yagan, & D. Alexander, Eds.; 11th ed., Vol. 1). Pearson.
- Todaro, M., & Smith, S. (2020). Economic development (13th ed.). Pearson.
- Turra, C. M., & Fernandes, F. (2021). La transición demográfica. www.cepal.org/apps
- Weil, D. N., & Sharma, A. (2013). Economic growth (Mallory Sylvia & Tufts Jane, Eds.; Third). Pearson.
- Wooldridge, J. M. (2001). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data (First)*. MIT Press.
- Wooldridge, J. M. (2010). Introducción a la econometría. Un enfoque moderno (M. R. López, J. Reyes Martínez, & A. Vega Orozco, Eds.; Fourth). Cengage Learning. www.FreeLibros.me
- World Bank Group. (2023). World Bank Open Data. <https://data.worldbank.org/>
- Zeifman, L., Hertog, S., Kantorova, V., & Wilmoth, J. (2022). A World of 8 billion. <https://github.com/owid/co2-data>.

5 ANEXOS

ANEXO I

Tabla I. Clasificación de países por región y nivel de ingreso

País	Región	Nivel de ingreso
1 Alemania	Europa y Asia Central	Ingreso alto
2 Argentina	América Latina y Caribe	Ingreso mediano alto
3 Armenia	Europa y Asia Central	Ingreso mediano alto
4 Australia	Sudeste Asiático	Ingreso alto
5 Austria	Europa y Asia Central	Ingreso alto
6 Bélgica	Europa y Asia Central	Ingreso alto
7 Brasil	América Latina y Caribe	Ingreso mediano alto
8 Bulgaria	Europa y Asia Central	Ingreso mediano alto
9 Canadá	América del Norte	Ingreso alto
10 China	Sudeste Asiático	Ingreso mediano alto
11 China, Macao SAR	Sudeste Asiático	Ingreso alto
12 Chipre	Europa y Asia Central	Ingreso alto
13 Colombia	América Latina y Caribe	Ingreso mediano alto
14 Costa Rica	América Latina y Caribe	Ingreso mediano alto
15 Croacia	Europa y Asia Central	Ingreso alto
16 Dinamarca	Europa y Asia Central	Ingreso alto
17 Egipto	Medio Oriente y África	Ingreso mediano bajo
18 Eslovaquia	Europa y Asia Central	Ingreso alto
19 Eslovenia	Europa y Asia Central	Ingreso alto
20 España	Europa y Asia Central	Ingreso alto
21 Estados Unidos	América del Norte	Ingreso alto
22 Estonia	Europa y Asia Central	Ingreso alto
23 Federación Rusa	Europa y Asia Central	Ingreso mediano alto
24 Filipinas	Sudeste Asiático	Ingreso mediano bajo
25 Finlandia	Europa y Asia Central	Ingreso alto
26 Francia	Europa y Asia Central	Ingreso alto
27 Grecia	Europa y Asia Central	Ingreso alto
28 Hong Kong	Sudeste Asiático	Ingreso alto
29 Hungría	Europa y Asia Central	Ingreso alto
30 India	Sudeste Asiático	Ingreso mediano bajo
31 Irán	Medio Oriente y África	Ingreso mediano bajo
32 Irlanda	Europa y Asia Central	Ingreso alto
33 Islandia	Europa y Asia Central	Ingreso alto
34 Israel	Medio Oriente y África	Ingreso alto
35 Italia	Europa y Asia Central	Ingreso alto
36 Japón	Sudeste Asiático	Ingreso alto
37 Kazajistán	Europa y Asia Central	Ingreso mediano alto

38	Kirguistán	Europa y Asia Central	Ingreso mediano bajo
39	Kuwait	Medio Oriente y África	Ingreso alto
40	Letonia	Europa y Asia Central	Ingreso alto
41	Lituania	Europa y Asia Central	Ingreso alto
42	Luxemburgo	Europa y Asia Central	Ingreso alto
43	Madagascar	Medio Oriente y África	Ingreso bajo
44	Malasia	Sudeste Asiático	Ingreso mediano alto
45	México	América Latina y Caribe	Ingreso mediano alto
46	Mongolia	Sudeste Asiático	Ingreso mediano bajo
47	Noruega	Europa y Asia Central	Ingreso alto
48	Nueva Zelanda	Sudeste Asiático	Ingreso alto
49	Países Bajos	Europa y Asia Central	Ingreso alto
50	Pakistán	Sudeste Asiático	Ingreso mediano bajo
51	Panamá	América Latina y Caribe	Ingreso alto
52	Paraguay	América Latina y Caribe	Ingreso mediano alto
53	Perú	América Latina y Caribe	Ingreso mediano alto
54	Polonia	Europa y Asia Central	Ingreso alto
55	Portugal	Europa y Asia Central	Ingreso alto
56	Reino Unido	Europa y Asia Central	Ingreso alto
57	República Checa	Europa y Asia Central	Ingreso alto
58	República de Corea	Sudeste Asiático	Ingreso alto
59	República de Moldova	Europa y Asia Central	Ingreso mediano alto
60	Rumania	Europa y Asia Central	Ingreso alto
61	Serbia	Europa y Asia Central	Ingreso mediano alto
62	Singapur	Sudeste Asiático	Ingreso alto
63	Sudáfrica	Medio Oriente y África	Ingreso mediano alto
64	Suecia	Europa y Asia Central	Ingreso alto
65	Tailandia	Sudeste Asiático	Ingreso mediano alto
66	Tayikistán	Europa y Asia Central	Ingreso mediano bajo
67	Trinidad y Tobago	América Latina y Caribe	Ingreso alto
68	Túnez	Medio Oriente y África	Ingreso mediano bajo
69	Turquía	Europa y Asia Central	Ingreso mediano alto
70	Ucrania	Europa y Asia Central	Ingreso mediano bajo
71	Uruguay	América Latina y Caribe	Ingreso alto

Fuente: Banco Mundial, 2023. Elaboración propia

ANEXO II

Tabla II. Resultado de la prueba de Hausman realizada sobre la estimación de M1

Prueba de Hausman	
Ho:	Diferencia no sistemática
Ha:	Diferencia sistemática
Modelo	M1
p-valor	2.2e-16

Fuente: Elaboración propia

ANEXO III

Tabla III. Resultado de la prueba de Baltagi-Wu realizada sobre la estimación de M1, M2 y M3

Prueba de Baltagi-Wu			
Ho:	No correlación serial en los errores idiosincráticos		
Ha:	Correlación serial en los errores idiosincráticos		
Modelo	M1	M2	M3
p-valor	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16

Fuente: Elaboración propia

ANEXO IV

Tabla IV. Resumen del cálculo del VIF para M2 y M3

Nivel de vida por habitante		
Variables	M2	M3
LN_C	1.7278	1.8477
FR	2.2994	2.6491
LE	2.6545	2.8964
EMP	1.4317	1.5874
I_D	2.3756	2.6488
LN_H	2.2067	2.7610
INGRESO	3.8836	2.5074
REGIÓN		3.6048

Fuente: Elaboración propia

ANEXO V

Tabla V. Resultado de la prueba de Breusch-Pagan realizada sobre la estimación de M1, M2 y M3

Prueba de Breusch-Pagan			
Ho: Homocedasticidad			
Ha: Heterocedasticidad			
Modelo	M1	M2	M3
p-valor	2.2e-16	2.2e-16	2.2e-16

Fuente: Elaboración propia

ANEXO VI

Tabla VI. Resumen de la estimación de los modelos

Variables	M1 PIB per cápita	M2 PIB per cápita	M3 PIB per cápita
INTERCEPTO		5.1343*** (0.2263)	4.9846*** (0.2340)
LN_C	0.351*** (0.0159)	0.133*** (0.0115)	0.131*** (0.0113)
FR	0.1085*** (0.0167)	-0.0079 (0.0156)	-0.0051 (0.0159)
LE	0.0142*** (0.0025)	0.0359 *** (0.0026)	0.0375*** (0.0027)
EMP	0.0013*** (0.0009)	0.0012*** (0.0002)	0.0014*** (0.0029)
I_D	0.0428*** (0.0107)	0.0299** (0.0100)	0.0065 (0.0100)
LN_H	0.9650*** (0.1231)	0.4349*** (0.1090)	0.5821*** (0.1108)
Categoría de referencia IA (Ingreso Alto)			
IB		-1.7434***	-2.1170***

(Ingreso Bajo)		(0.2265)	(0.2305)
IMB		-1.0481***	-1.1669***
(Ingreso Mediano Bajo)		(0.0818)	(0.0828)
IMA		-0.5863***	-0.5495***
(Ingreso Mediano Alto)		(0.0632)	(0.0652)
Categoría de referencia: RECA (Región de Europa y Asia Central)			
RLAC			-0.1266.
(América Latina y Caribe)			(0.0687)
RMEA			-0.2193*
(Medio Oriente y África)			(0.0932)
RNA			0.3338**
(América del Norte)			(0.1020)
RESA			-0.1071
(Sudeste Asiático)			(0.1563)
N	71	71	71
R^2 ajustado	0.7255	0.8051	0.8302
Efectos fijos	X		
Regresión agrupada		x	x
0 '***', 0.001 '**', 0.01*', 0.05 '.', 0.1 ' ' '			
Errores estándar entre paréntesis			
Elaborado por: Borja Gabriela, 2024			