



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO.
INSTITUTO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES
ÁREA ACADÉMICA DE SOCIOLOGÍA
Y DEMOGRAFÍA

**CRECIMIENTO POBLACIONAL Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN
AMERICA LATINA Y MÉXICO (1950-2014); EVIDENCIA DESDE
PANEL CON RUPTURAS Y MODELO ARDL.**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO EN:
DOCTOR EN ESTUDIOS DE POBLACIÓN

PRESENTA:

MEP. JOSÉ JUAN QUIROZ ORDOÑEZ

Director:

Dr. José Aurelio Granados Alcantar.

Codirector:

Dr. Zeus Salvador Hernández Veleros

Lectores:

Dr. Juan Bacilio Guerrero Escamilla

Dra. Angelica Elizabeth Reyna Bernal

Pachuca de Soto Hidalgo, México, noviembre 2025



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades

School of Social Sciences and Humanities

Área Académica de Sociología y Demografía

Department of Sociology and Demography

22/octubre/2025

Asunto: Autorización de impresión

Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado
Directora de Administración Escolar
Presente.

El Comité Tutorial de la tesis titulada **"CRECIMIENTO POBLACIONAL Y CRECIMIENTO ECONOMICO EN AMERICA LATINA Y MÉXICO (1950-2014); EVIDENCIA DESDE PANEL CON RUPTURAS Y MODELO ARDL"**, realizada por el sustentante **JOSÉ JUAN QUIROZ ORDOÑEZ** con número de cuenta **070079** perteneciente al programa de **Doctorado en Estudios de Población**, una vez que ha revisado, analizado y evaluado el documento recepcional de acuerdo a lo estipulado en el Artículo 110 del Reglamento de Estudios de Posgrado, tiene a bien extender la presente:

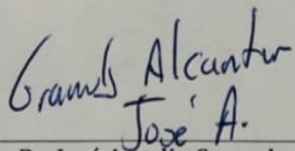
AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Por lo que la sustentante deberá cumplir los requisitos del Reglamento de Estudios de Posgrado y con lo establecido en el proceso de grado vigente.

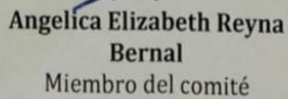
Atentamente

"Amor, Orden y Progreso"

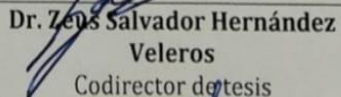
Lugar, Hidalgo a 22 de octubre de 2025

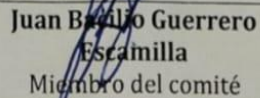

Dr. José Aurelio Granados Alcantar.

Director de tesis


Angelica Elizabeth Reyna Bernal
Miembro del comité

El Comité Tutorial


Dr. Zeus Salvador Hernández Veleros
Codirector de tesis


Juan Bernal Guerrero Escamilla
Miembro del comité

Carretera Pachuca-Actopan Km. 4 s/n, Colonia
San Cayetano, Pachuca de Soto, Hidalgo, México;
C.P. 42084
Teléfono: 771 71 7 20 00 Ext. 41025
jaasd_icshu@uaeh.edu.mx

"Amor, Orden y Progreso"



2025



uaeh.edu.mx

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH), por ser la institución que me acogió durante este proceso de formación doctoral. Mi más profundo reconocimiento y gratitud por haber sido, y por seguir siendo siempre, mi Alma Máter, el espacio donde he aprendido, crecido y consolidado mi vocación académica desde el bachillerato.

A la Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación, por el apoyo financiero brindado durante todo el desarrollo de este proyecto, sin el cual no habría sido posible culminar esta investigación.

Expreso mi sincero reconocimiento al Comité Doctoral, integrado por el Dr. José Aurelio Granados Alcántara, el Dr. Zeus Salvador Hernández Veleros, la Dra. Angélica Elizabeth Reyna Bernal y el Dr. Juan Bacilio Guerrero Escamilla, por sus valiosas recomendaciones, enseñanzas y aportes que enriquecieron de manera significativa este trabajo.

A mis padres, que ya no están físicamente conmigo, pero cuya memoria, amor y ejemplo me acompañan cada día. Este logro es también suyo, porque en ellos se forjaron los valores que me guiaron hasta aquí.

A mis hermanas y hermanos, así como a Juan Antonio, mi hijo, y a Antonio Salim, por su apoyo constante, su comprensión y su amor incondicional durante esta etapa.

Finalmente, con un cariño y gratitud muy especial, a la LELI.. Eribeth Karina Pérez Palafox, por su sabiduría, sus consejos y su presencia constante en los momentos más difíciles. Es un ser extraordinario, cuya luz, fortaleza y generosidad han sido una fuente permanente de inspiración en mi vida y en la culminación de este camino académico.

Tabla de contenido

.....	0
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE GRÁFICAS	5
Resumen.....	5
Introducción	5
Objetivo general.....	8
Objetivos específicos.....	8
Preguntas de investigación	9
Capítulo I. Marco Teórico	10
1.1 Evolución histórica del debate sobre la relación causal entre variables demográficas y económicas.	10
Introducción	10
1.1.1 Teorías que establecen un solo sentido la causalidad	11
1.1.1.1 Economistas Clásicos.....	11
1.1.1.2 Teoría Malthusiana	12
1.1.1.3 Teoría de la Transición Demográfica.....	13
1.1.2 Teorías que sitúan la bidireccionalidad de la causalidad	14
1.1.2.1 Teoría del Dividendo Demográfico.....	14
1.1.2.2 Teoría del Capital Humano.....	15
1.1.2.3 Modelos Logísticos	16
1.1.3 Teorías que confirman que no hay relación causal.....	17
1.1.3.1 Las Teorías del Crecimiento Endógeno	17
1.1.3.2 Los Modelos de Crecimiento Exógeno	18
1.1.3.3 Teoría Estructuralista Latinoamericana	19
Conclusiones	20
Capítulo II. Evidencia Empírica de la Relación entre el Crecimiento Poblacional y el Crecimiento Económico.....	21
Introducción	21

2. 1 Enfoques econométricos que han abordado la relación entre crecimiento poblacional y el crecimiento económico.....	22
2.2 Estudios empíricos sobre la relación entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico desde la causalidad.....	28
Resultados	35
Conclusiones	37
Capítulo III. Relaciones entre el Crecimiento Poblacional y Crecimiento Económico en América Latina 1950 - 2014: Análisis Mediante Modelo de Datos Panel con Series Económicas Estacionarias y Rompimientos Estructurales.....	39
Introducción	39
Justificación	40
3.1 Estudios empíricos y técnicas econométricas para determinar la estacionariedad, rompimientos.....	43
3.2 Pruebas de estacionariedad en datos panel con múltiples rompimientos.....	43
3.3 Modelo de datos panel	49
Resultados	52
Rompimientos estructurales por variable y país en América Latina 1950-2014	55
Conclusiones	70
Capítulo IV. Relación de Largo y Corto Plazo entre el PIB per cápita y la Población, México, 1950-2014: Una Perspectiva no Lineal.....	74
Introducción	74
Justificación	75
4.1 Antecedentes teóricos y empíricos de la relación de corto y de largo plazo entre crecimiento económico y crecimiento poblacional	80
4.1.1 Visiones teóricas sobre la relación entre crecimiento económico y crecimiento poblacional	80
4.1.1.2 Malthus y la relación negativa entre crecimiento poblacional y crecimiento económico	80
4.1.1.3 Modelos Neoclásicos y Endógenos: Relación Ambigua o Nula.....	80
4.1.1.4 Visión de Piketty y Kremer sobre la relación entre población y crecimiento económico.....	81
4.2 Técnicas econométricas para la estimación de relaciones de corto y largo plazo de series de diferente orden de integración	81
4.2.1 Modelos Autorregresivos y de Rezagos Distribuidos (ARDL) y las pruebas de límites	81
4.2.2 El Mecanismo corrector de error	85

4.3 Evaluación empírica de la relación entre crecimiento económico y poblacional para México, 1950-2014	88
4.3.1 Variable dependiente el PIB per cápita y variables predictoras	88
4.3.1.1 Variables y estacionariedad de las series.....	88
4.3.1.2. Regresión del modelo ARDL	90
4.3.1.4. Mecanismo corrector de error.....	101
Conclusiones	104
Conclusiones generales.....	105
Referencias.....	108
Apéndice.....	119

ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo II. Evidencia Empírica de la Relación entre el Crecimiento Poblacional y el Crecimiento Económico.

Número de Tabla	Título de la Tabla	Página
Tabla 2.1	Variables empleadas y conclusiones entre el crecimiento poblacional y crecimiento económico	24 y 25
Tabla 2.2	Revisión de la literatura empírica Pruebas de causalidad de Granger	31, 32, 33,34 y 35.

Capítulo III. Relaciones entre el Crecimiento Poblacional y Crecimiento Económico en América Latina 1950 – 2014.

Número de Tabla	Título de la Tabla	Página
Tabla 3.1	Resultados de estacionariedad en América Latina Período 1950-2014	53 y 54
Tabla 3.2	PIB per cápita en América Latina 1950-2019	55
Tabla 3.3	PIB producto, años de rompimientos en América Latina 1950-2014	56
Tabla 3.4	PIB gasto, años de rompimientos en América Latina 1950-2014	57
Tabla 3.5	Empleo, años de rompimientos en América Latina 1950-2014	58
Tabla 3.6	Producción total de factores, real, años de rompimientos en América Latina 1950-2014	59
Tabla 3.7	Acervo de capital, años de rompimientos en América Latina 1950-2014	60
Tabla 3.8	Depreciación, años de rompimientos en América Latina 1950-2014	61
Tabla 3.9	Población total, años de rompimientos en América Latina 1950-2014	62
Tabla 3.10	Tasa cruda de natalidad, años de rompimientos en América Latina 1950-2014	63
Tabla 3.11	Tasa de mortalidad, años de rompimientos en América Latina 1950-2014	64
Tabla 3.12	Tasa de migración neta, años de rompimientos en América Latina 1950-2014	65
Tabla 3.13	Índice de capital humano, resumen de rompimientos y años América Latina 1950-2014	66

Capítulo IV. Relación de Largo y Corto Plazo entre el PIB per cápita y la Población, México, 1950-2014: Una Perspectiva no Lineal.

Número de Tabla	Título de la Tabla	Página
Tabla 4.1	ARDL. Supuestos sobre la presencia de constantes y tendencias determinísticas en el modelo	84
Tabla 4.2	Conclusión de estacionariedad de las series de México, 1950-2014	90
Tabla 4.3	Regresión ARDL del PIB per cápita (gdpepercap) contra población (pop), población al cuadrado (pop2) y población al cubo (pop3), el PIB por trabajador (gdpeperwor), la intensidad laboral (intlab), el capital humano (hc), el capital físico (ck), la productividad total de factores. (rtfpna) y la tasa de depreciación del capital (delta)	92 y 93
Tabla 4.4	Dependent Variable: D(GDPEPERCAP) ARDL Long Run Form and Bounds Test	97 y 98
Tabla 4.5	Interpretación de las variables	99
Tabla 4.6	Nivel de significancia	101
Tabla 4.7	ARDL Error Correction Regression	103

Apéndice (Capítulo IV)

Número de Tabla	Título de la Tabla	Página
Tabla 4.8	Prueba de hipótesis variable D(POP)	119
Tabla 4.9	Prueba de hipótesis variable D(GDPEPERCAP)	120
Tabla 4.10	Prueba de hipótesis variable D(GDPEPERWOR)	121
Tabla 4.11	Prueba de hipótesis variable D(HC)	122
Tabla 4.12	Prueba de hipótesis variable D(CK)	123
Tabla 4.13	Prueba de hipótesis variable D(EMP)	124
Tabla 4.14	Prueba de hipótesis variable D(DELT A)	125
Tabla 4.15	Prueba de hipótesis variable D(INTLAB)	126
Tabla 4.16	Prueba de hipótesis variable D(RGDPE)	127
Tabla 4.17	Prueba de hipótesis variable D(RGDPO)	138

ÍNDICE DE FIGURAS

Número de Figura	Título de la Figura	Página
Figura 4.1	Diagrama de dispersión entre población (pop) y PIB per cápita (gdpepercap) de México, 1950-2014.	91

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Número de Gráfica	Título de la Gráfica	Página
Figura 3.1	Grafica 3.1 Población total América Latina 1950-2019.	39
Figura 3.2	Gráfica 3.2 PIB per cápita en América Latina 1950-2019.	40

Resumen

El objetivo es contribuir al debate existente y aportar nueva evidencia a la relación entre las variables demográficas y las variables económicas, el trabajo está estructurado de la siguiente manera.

En la primera parte, se realiza una profunda revisión de la literatura teórica en el sentido de la relación de la causalidad, en la segunda se efectúa una revisión de la literatura de estudios empíricos cronológicamente cuantitativos entre las variables demográficas y económicas, allí mismo se presenta otra forma de analizar las relaciones entre el crecimiento poblacional con técnicas econométricas avanzadas como lo es el test de Granger o pruebas de casualidad de Granger para predecir la causalidad con datos de los últimos veinte años para un amplio conjunto de países. La tercera se emplea un modelo de datos panel con series estacionarias y múltiples rompimientos estructurales con 12 variables demográficas y económicas para América Latina en un periodo de 20150 al 2014.

Y en la en la cuarta parte se incorpora uno modelo ARDL con técnicas estadísticas a través los test de Bounds en el período 1950-2014 para México, en la relación de largo y corto plazo entre el producto interno bruto per cápita y la población incorporando un enfoque no lineal que considera el tamaño poblacional al cuadrado.

Introducción

La siguiente tesis doctoral estudia la relación entre las variables demográficas y económicas, desde el punto de vista teórico establecido desde la óptica de pensamiento de diversos de autores, sin pasar por alto diversas investigaciones empíricas desarrolladas en diferentes lugares, períodos y con distintas variables, donde se examina esta relación. Asimismo, se ejecutan diversas técnicas econométricas, no aplicadas previamente, para examinar la situación

observada en países de América Latina, para el período 1950-2010 y un planteamiento a través del modelo ADRL para México, 1950-2014. El objetivo general de la tesis es contribuir al debate existente y aportar nueva evidencia sobre esta relación.

Este proyecto se integra por cuatro capítulos. En el primer capítulo, donde se cubrirá el primer objetivo señalado previamente detallamos la evolución histórica del debate sobre si existe una relación causal entre estas variables, cuál es el sentido de causalidad de la misma, ya sea unívoca o biunívoca, o no existente. En este sentido, planteamos primero las teorías de causalidad en un solo sentido: la Teoría Malthusiana, (MALTHUS, 1798), (Smith, 1776) y (Carreto Sanginés, 2017) que establecen la causalidad desde lo demográfico hacia lo económico; la Teoría de la Transición Demográfica (THOMPSON, 1929), y tiempo después (Notestein, 1945) que va de lo económico a lo demográfico. Posteriormente se analizan las teorías de una causalidad bidireccional, conocida como la Teoría del Dividendo Demográfico (COALE & HOOVER, 1958), y (Bloom, Canning, & Sevilla, 2003); o bien la Teoría del Capital Humano, de (Schultz T. W., 1971) y (LUCAS Jr, 1988); y un caso más concreto es el Modelo Logístico, que si bien es cierto no es una teoría procede de los trabajos de (Bacaer, 2008), (Cramer, 2003) y (Cox & Miller, 1965), por último se expone las teorías donde se establece que no hay relación causal entre estas variables demográficas y económicas, como es la Teoría del Crecimiento Endógeno (Aghion & Howitt, 1992), Teoría del Crecimiento Exógena (Solow, 1956) y la Escuela Estructuralista Latinoamericana (Prebisch, 1949) y (Manzano F. A., 2016)

A continuación, en el segundo capítulo, trataremos todos los estudios que han abordado cuantitativamente la relación entre variables demográficas y económicas. Esto comprende dos dimensiones en primer lugar estudios empíricos de manera general, posteriormente la revisión de literatura para ver el sentido de la relación entre las variables del crecimiento poblacional y el crecimiento económico, a través del test de Granger presentados cronológicamente, donde rescatamos el autor, las variables empleadas, el lugar para el cual se hizo la investigación, el período temporal, la metodología y las conclusiones alcanzadas.

Dentro de estos estudios empíricos tenemos a (KUZNETZ, 1967), quien encuentra una correlación inversa entre las variables por él empleadas; (Kremer, 1993), halla una relación directa entre el ingreso per cápita y la tasa de crecimiento tecnológico, pero inversa con el crecimiento poblacional; (Birdsall, Kelley, & Sindig, 2001) encuentran una causalidad del

crecimiento económico hacia las variables demográficas; (Ángeles-Castro, 2013) encontraron una relación causal, donde del crecimiento del PIB nacional impulsa el crecimiento del PIB de la Ciudad de México; (Bloom, y otros, 2015) localizan una causalidad del crecimiento económico hacia el capital humano; otro estudio de (VO TAN & DIEP, 2015) para el sudeste asiático entre 1990-2013, encontró una causalidad bidireccional entre crecimiento poblacional y económico, así como entre la esperanza de vida y el crecimiento económico. Esto significa que ambas variables se influyen mutuamente; mientras que investigaciones como (Dawson & Tiffin, 1998) y (Mulok, Asid, Kogid, & Lily, 2011) concluyeron que no existe evidencia sólida de una relación causal directa entre crecimiento poblacional y económico

El tercer capítulo estudia la importancia de una serie de conceptos vitales para realizar estudios empíricos demográficos a partir de series de tiempo. Uno de esos conceptos es la estacionariedad de las series. Posteriormente se explican los efectos sobre la estimación de relaciones econométricas cuando no se ha determinado si son o no estacionarias las mismas, ya que si se presenta este último caso se pueden realizar la estimación econométrica de relaciones espurias o falsas. Otro elemento a considerar es si se presenta uno o más rompimientos, ya que tal situación lleva a no rechazar la hipótesis nula de no estacionariedad, cuando en realidad las series son estacionarias, pero con rompimientos. En ese capítulo también hacemos un recuento de los estudios de series temporales entre variables económicas y demográficas, que o bien estudiaron la estacionariedad de las series o no la estudiaron y los resultados de sus estimaciones. Para finalizar el capítulo explicamos una prueba que tiene como hipótesis nula que las series son estacionarias y considera hasta ocho rompimientos (Carrion-i-Silvestre, Del Barrio Castro, & López Baso, 2005), la cual es aplicada a siete series económicas PIB, real (Producto interno bruto real per cápita real, PIB producto, Producto interno bruto producto, PIB, gasto, Producto interno bruto desde gasto; Empleo, la Tasa de productividad de los factores real -TPFR-; el Acervo de capital y la Depreciación) y cinco demográficas (Población total (PT), Tasa bruta de natalidad (TBN), Tasa de mortalidad (TBM), Migración neta e Índice de capital humano) de 23 países de América Latina, en el período 1950-2014. Cabe rescatar que esta prueba de estacionariedad con rompimientos múltiples no ha sido aplicada en otros estudios donde se relacione lo demográficos y lo económico.

En el cuarto capítulo consideramos el tema principal de esta tesis relacionado con la relación entre las variables de crecimiento poblacional y crecimiento económico, pero entendida desde la perspectiva de la econometría, a través del modelo económico ADRL que significa *“Autoregressive Distributed Lag”*, que en español se traduce como *“Modelo Autorregresivo con Rezagos Distribuidos”* incorporando entre otras técnicas estadísticas los test de Bounds en el período 1950-2014 para México, en la relación de largo y corto plazo entre el producto interno bruto per cápita y la población incorporando un enfoque no lineal que considera el tamaño poblacional al cuadrado.

Objetivo general

El objetivo general de la tesis doctoral es contribuir al debate existente y aportar nueva evidencia sobre la relación entre las variables demográficas y económicas.

Objetivos específicos

Se desprenden de la estructura de la tesis los siguientes:

- 1.- Estudiar la evolución histórica del debate sobre la relación causal entre variables demográficas y económicas. Se busca identificar si existe causalidad, el sentido de la misma (unívoca o biunívoca) o si no existe relación causal.
- 2.- Investigar estudios cuantitativos sobre la relación entre variables demográficas y económicas de manera general y así mismo la revisión de literatura para ver el sentido de la relación entre las variables del crecimiento poblacional y el crecimiento económico, a través del test de Granger, al respecto se presenta una revisión cronológica de estudios empíricos, matizando, autor, variables, periodo, metodología y conclusiones.

Algunos estudios mencionados incluyen a, (Boltvinik, 1999), (Ángeles-Castro, 2013) y (Garza-Rodriguez J. , Andrade-Velasco , Martinez-Silva , Renteria-Rodriguez , & Vallejo-Castillo, 2016) entre otros.

- 3.- Analizar conceptos clave para estudios empíricos demográficos con series de tiempo, como la estacionariedad de las series y los efectos de no considerarla en las estimaciones econométricas, así como la presencia de rompimientos.

Se realiza un recuento de estudios de series temporales sobre variables económicas y demográficas y se aplica una prueba de estacionariedad con rompimientos múltiples (Carrion-i-Silvestre, Del Barrio Castro, & López Baso, 2005) a siete series económicas y cinco demográficas de 23 países de América Latina, para el período 1950-2014. Esta prueba no ha sido aplicada previamente en otros estudios de esta relación.

4.- Explorar la relación con la relación entre las variables de crecimiento poblacional y crecimiento económico, a través del modelo ARDL incorporando entre otras técnicas estadísticas denominadas test de Bounds en el período 1950-2014 para México, en la relación de largo y corto plazo entre el producto interno bruto per cápita y la población incorporando un enfoque no lineal que considera el tamaño poblacional al cuadrado.

Preguntas de investigación

- 1.- ¿Existe una relación causal entre las variables demográficas y económicas? En caso afirmativo, ¿cuál es el sentido de la causalidad? ¿es unidireccional, bidireccional o no existe?
- 2.- ¿Qué conclusiones se han obtenido del estudio de la evidencia entre las variables demográficas y económicas?
- 3.- ¿Cómo se puede aplicar la prueba de estacionariedad con rompimientos múltiples para analizar series económicas y demográficas de países de América Latina?
- 4.- ¿Cómo se puede examinar la relación entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico a través de un modelo ADRL con pruebas de tests de bounds para México?

Capítulo I. Marco Teórico

1.1 Evolución histórica del debate sobre la relación causal entre variables demográficas y económicas.

Introducción

En este capítulo de tesis, se plantea un recorrido del contexto histórico-teórico de los últimos tres siglos que permita identificar cual es el sentido de la relación causal si va de lo demográfico a lo económico o si se va de lo económico a lo demográfico o no existe relación entre ambas, entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico.

Desde los planteamientos aportados de las Teorías Demográficas y Económicas, nos muestra que a lo largo de la historia siempre ha existido una estrecha relación entre la dinámica demográfica y económica; analogía que ha propiciado un debate extenso, constante y apasionado entre académicos e investigadores de las ciencias sociales y económicas, examinándola desde diferentes premisas hasta la incorporación de modelos económicos-demográficos generando con ello grandes hallazgos y contextualizaciones mismas que hasta la actualidad siguen vigentes.

Diversos indicadores demográficos (mortalidad, fecundidad y migración) económicos y (producto interno bruto (PIB) per cápita, empleo, desempleo y depreciación) por mencionar algunos han sido planteados en búsqueda de resultados que permitan dar respuesta al tema central de esta investigación

Desde luego es preciso mencionar que la demografía es parte de la economía y aunque a veces los planteamientos suelen ser separados al final en la mayoría de estos existe una sólida relación estrecha en ambas ciencias.

De esta manera, hablar de la conexión entre el crecimiento poblacional y crecimiento económico es comprender que es un tema de suma importancia que invita a seguir explorando nuevas evidencias para los estudios de población y en investigaciones de crecimiento económico; razón por la cual, han sido abordado desde diferentes dimensiones y que para esta propuesta se ha clasificado de manera estructural que permita una secuencia esta búsqueda

teórico; como resultado se encuentran diferentes formas de pensamiento demográfico, obviamente las aportaciones son ricas, sorprendentes y hasta algunas cíclicas, tales como el enfoque pesimista, que a pesar de que es añejo todavía mantiene presencia en la actualidad del pensamiento demográfico pero también en lo económico, transitando por la contribución de economistas clásicos, haciendo una escala en la aparición desde los postulados Malthusianos, posteriormente, se habla de la importancia que reviste la demografía a través de la Teoría de la Transición Demográfica que nace a principios del siglo XX cuando hacen estudios comparativos de estructuras de edades en diversos países y se percatan que existe una población potencialmente apta para trabajar, lo que da origen al enfoque del Dividendo Demográfico, de igual manera, la economía con argumentos sólidos y robustos en la Teoría del Capital Humano que se enlaza con el modelamiento de las poblaciones por excelencia desde la guía del Modelo Logístico; en esa aportación científica surge la tendencia de analizar el desarrollo económico bajo la metodología de la Teoría del Crecimiento Endógeno, la Teoría del Crecimiento Exógena y por último la escuela Estructuralista Latinoamericano, que deja una huella trascendental e importante en la región de América Latina, mismas que en lo subsecuente se abordaran

1.1.1 Teorías que establecen un solo sentido la causalidad

1.1.1.1 Economistas Clásicos

Adam Smith fundador del pensamiento más importante del capitalismo, *“Liberalismo Económico”*; economista clásico en su obra celebre *“LA RIQUEZA DE LAS NACIONES”* abordó diversas causas en el proceso económico y como se enlaza generando riqueza a naciones.

De esta obra se retoman tres puntos fundamentales que permite establecer el vínculo entre economía y población; la primera es la división del trabajo, la segunda es la redistribución del salario y la última es el mercado.

Respecto a la división de trabajo menciona, (Smith, 1776, pág. 35) de todas formas, la división del trabajo ocasiona en cada actividad, en la medida en que pueda ser introducido un incremento proporcional en la capacidad del trabajo.

En el segundo, referente a los salarios de trabajo “la redistribución generosa del trabajo, entonces, así como es la consecuencia de una riqueza, también es causa de una población creciente”. (Smith, 1776, pág. 53)

Y el tercer punto es el mercado donde autor expresa “la extensión del mercado se mantendrá durante mucho tiempo en proporción a la riqueza y población del país y en consecuencia su progreso será posterior al progreso del país” (Smith, 1776, pág. 129)

Como se puede apreciar, el pensamiento de Smith es abrumador ya que aporta fundamentos y formas que todavía se siguen aplicando en el modelo capitalista, “división del trabajo, redistribución del salario y el mercado”; el último a través de la “mano invisible” que le permita generar riqueza, y esta traerá como consecuencia un aumento o disminución de población según sea la conveniencia del modelo arriba mencionado.

Por su parte, (Carreto Sanginés, 2017, pág. 53), menciona a David Ricardo, donde expresa que “la Revolución Industrial había producido un crecimiento de la población sin precedentes, Este crecimiento demográfico había causado un rápido incremento en la demanda de alimentos; las Guerras Napoleónicas y las dificultades en la importación de granos provocaban una extensión de la producción agrícola a tierras antes no cultivadas” en la cual claramente el autor muestra que la causalidad va de lo demográfico hacia lo económico.

1.1.1.2 Teoría Malthusiana

Respecto a la Teoría Malthusiana se podría decir que es la escuela de pensamiento demográfico más importante e influyente en toda la faz de tierra, desde la aparición hasta el día de hoy, sigue vigente su modelo, dicha tendencia ha sido exportada y adoptada en todo el mundo que se ha visto reflejado en innumerables propuestas científicas de estudio inclusive el debate académico los ha encasillado como el enfoque pesimista, en la demografía.

A partir de esta propuesta teórica hay un antes y un después en el pensamiento demográfico, esta aportación rompe con el esquema tradicional de analizar a la población (*hasta ese momento se estudiaba una sola variable*), lo que implica, entender como estudiar la demografía y la economía de manera vinculatoria. (la economía y la demografía)

Corresponde a (MALTHUS, 1798) introducir este planteamiento teórico a finales del siglo XVIII, desde la contextualización del pensamiento occidental.

El autor afirma que la capacidad del crecimiento de la población es infinitamente mayor que la capacidad de tierra, donde la población sino encuentra obstáculos aumenta en progresión geométrica. Los alimentos tan solo aumentan en progresión aritmética (MALTHUS, 1798, pág. 163). Parte de su obra explica los distintos ritmos de crecimiento de la población, y cuando hace alusión a los obstáculos (al que llama frenos a la población) los describe como las pestes, epidemias, hambrunas, guerras, crisis económicas y el celibato, en esta última causal recomienda abstenerse a tener relaciones sexuales o contraer matrimonio.

El temor al crecimiento poblacional planteado en su obra “*Primer ensayo sobre población*”, ha sido fuente de inspiración que absorbe los fundamentos teóricos al momento de plantear estudios relacionados a la población, la economía y otras ciencias; en síntesis, postulados que seguirán vigentes en el presente y el futuro.

Adam Smith consideraba que el crecimiento poblacional resultaba beneficioso si existía la posibilidad de diversificar las tareas especializadas para seguir aumentando su productividad, a través de la especialización. En cambio, Malthus sostenía que la tierra es un recurso no renovable y que representa un límite al crecimiento económico.

1.1.1.3 Teoría de la Transición Demográfica

Por último, en el territorio demográfico la aportación más relevante es la Teoría de la Transición Demográfica, (en adelante TTD) y se refiere a un modelo de análisis-explicativo donde existe una ruptura demográfica de cambios en la dinámica poblacional. (Manzano & Velázquez, 2018, pág. 11)

Se le atribuye como precursor de la TTD a (Landry, 1934, págs. 116, 122), al descubrir las etapas de la evolución demográfico correlacionando la natalidad con la mortalidad, lo que le llamo la transición del régimen primitivo al moderno, es decir clasifico en tres estadios (régimen primitivo, régimen intermedio y régimen contemporáneo) la transición demográfica a la que le llamo “*Les trois régimes démographiques*” al estudiar a países como Francia, Alemania, Suecia, Holanda e India a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, dando origen a la revolución demográfica.

Posteriormente, (THOMPSON , 1929), apoyado en la experiencia de ciertos países europeos (Inglaterra, España, Italia, Rusia, Checoslovaquia, entre otros) en un periodo de 1908 a 1927,

halló que las tasas de nacimiento¹ y las tasas de mortalidad disminuían a lo largo del tiempo y el crecimiento natural de la población era lento, se puede afirmar que son las primeras evidencias que permiten colocar los cimientos de una naciente TTD.

(Notestein, 1945) termina de articular la TTD a través de un modelo de cambio poblacional basado en el desarrollo económico donde vincula el descenso de la fecundidad y la caída de la mortalidad en países industrializados a finales del siglo XIX y mitad del siglo XX en diferentes regiones del mundo; el primero obedece a factores como la urbanización, la educación, la salud y el cambio en valores familiares, la segunda es gracias a los avances médicos y a la promoción de salud reproductiva, donde se atribuye que el desarrollo económico era el motor del cambio poblacional.

El gran ausente en el modelo de la TTD es el componente migración, elemento que es importante a la hora de hacer análisis en los estudios de la población y también es significativo resaltar que los cambios reproductivos de ese momento histórico en la región occidental era la etapa de la post Revolución Industrial.

Ahora bien, el esquema de la TTD es una suerte de pretensión de la conceptualización demográfica moderna que pretendieron imponer en diversos continentes los europeos, sin embargo, este momento demográfico no fue homogéneo para algunos países, dado que depende de: otros factores como lo son los culturales, económicos, políticos y sociales.

1.1.2 Teorías que sitúan la bidireccionalidad de la causalidad

1.1.2.1 Teoría del Dividendo Demográfico

Más que una teoría, el dividendo demográfico aporta un rumbo de una ventana de oportunidad demográfica en los estudios de la población y que se refiere básicamente al periodo en el cual la composición por edad de la población favorece a un mayor número de personas en edad potencial de trabajar, oportunidad que se deriva como consecuencia de la transición

¹ Thompson (THOMPSON , 1929, pág. 960) analizó 18 países de Europa, Japón, India, Canadá y Estados Unidos de Norteamérica, donde los clasificó en tres grandes grupos e hizo cuatro grupos de edad (0-19, 20-30, 40-59 y 60 y más), también el estudio incluye las tasas de fecundidad de mujeres casadas, es decir, toma al matrimonio como objeto de estudio.

demográfica experimentado en algún momento en el tiempo de todos los países del orbe. (Mejía Guevara, Vélez Fernández Varela, & García López, 2017, pág. 2)

El término de la “*ventana de oportunidad demográfica*” también conocida en la literatura demográfica como “*bono demográfico*” se refiere fundamentalmente a una población en edad de trabajar o productiva que esta agrupada en una gran estructura de edad de 15 a 64 años.

En el caso de India y México (COALE & HOOVER, 1958) originalmente su estudio era demostrar la influencia del crecimiento poblacional en el desarrollo económico a través de diferentes tasas de natalidad, mortalidad y migración en países de bajos ingresos, donde concluye que el crecimiento de la población puede fomentar el desarrollo económico, pero también la reducción significativa de la natalidad puede mejorar el PIB per cápita.

Por su parte, (Bloom, Canning, & Malaney, 2000, pág. 1) en su investigación realizado en Asia, entre 1965-1990, hallaron que el cambio demográfico incide en el crecimiento económico y que hay una evidencia sólida de causalidad desde la Demografía hacia la Economía y el crecimiento económico también modifica la dinámica poblacional creando un círculo virtuoso que se le conoce como el milagro Asiático, concluyen que la transición demográfica puede actuar como catalizador y como mecanismo acelerador, esta es una de las tantas evidencias, que robustece la TTD.

Desde la perspectiva estructuralista Latinoamericana el crecimiento poblacional no causa desarrollo por sí solo. El bono demográfico², puede ser una oportunidad, pero solo si hay una transformación estructural profunda que permita absorber la fuerza laboral creciente, si no estaría destinado a convertirse en una desventaja demográfica, tesis similar a los autores antes mencionados.

1.1.2.2 Teoría del Capital Humano

Desde una contextualización diferente, una de las contribuciones más acreditadas es la Teoría del Capital Humano que presento en su obra prominente “*Investment in Human Capital: The Role of education and of research*”, publicada en 1971. (Schultz T. W., 1971)

² Aunque para Presbisch no nombra en su texto el concepto de “bono demográfico”, el autor da por hecho que es una oportunidad en Latinoamérica y que este debe ser activamente gestionada.

Según Schultz las inversiones en salud no solo beneficiaban a los individuos, sino también generaba rendimientos económicos a nivel nacional. (nd, Sf)

Para el autor el capital humano, es un recurso productivo como las maquinarias y las fábricas, entonces el capital físico residía en habilidades, conocimientos y salud para las personas, concluye que invertir en educación y salud de la población los países pueden aumentar su productividad e innovación.

Por su parte (LUCAS Jr, 1988) ha contribuido significativamente a esta teoría, destacando la importancia del crecimiento económico a través del capital humano, más allá del capital físico o el progreso tecnológico exógeno, ya que genera externalidades positivas e introduce el término *learning-by-doing* donde argumenta que la acumulación del capital no solo mejora la productividad individual (LUCAS Jr, 1988, pág. 28), sino también a otros agentes, sin embargo a este autor es más prestigioso en la Teoría del Crecimiento Endógeno.

La Teoría del Capital Humano y la TTD en el vínculo entre la economía y la demografía, resalta la importancia de que la detección de un crecimiento de población de un país o región debe ser canalizado y gestionado correctamente y comprender que el desarrollo económico no se da por sí solo, que tiene que ver con inversiones en salud y educación para fortalecer el capital humano de esas poblaciones.

1.1.2.3 Modelos Logísticos

El enfoque del modelo logístico se ha utilizado extensamente en el análisis de crecimiento, tales como la población, el producto nacional y la oferta monetaria. (Cramer, 2003)

Los modelos logísticos describen el comportamiento de una variable a lo largo del tiempo, se llaman modelos de crecimiento, dichos modelos se utilizan en gran variedad de campos como la Economía, Biología, Botánica, Medicina y la Demografía, por lo cual, existe diversidad de trabajos que a la hora de operacionalizar las variables por su propia naturaleza los hallazgos infieren una relación bidireccional.

Desatacan dos exponentes en esta corriente matemática-estadística el precursor Perre-Verhulst y Cox, por mencionar algunos.

(Bacaer, 2008) narra que, en 1938 el matemático belga Perre-Verhulst publicó un artículo en el que introdujo con diferentes anotaciones (la ecuación logística) ahora conocida por el crecimiento de la población y en 1845 publica otra investigación denominada “*Recherches mathematiques sur l'acroissement de la population*” sobre el mismo tema y reveló con más detalle cómo explicar los parámetros del modelo logístico empleado.

(Cox & Miller, 1965, pág. 9) Menciona en su libro “*THE THEORY OF STOCHASTIC PROCESSES*” el análisis en procesos estocásticos, esto significa que los sistemas que cambian de acuerdo a leyes estadísticas, destacan tres componentes.

- a) La construcción de modelos.
- b) La solución de problemas mediante solución.
- c) El análisis estadístico de datos provenientes de procesos estadísticos.

En conclusión, la aportación conjunta en la integración entre población y economía es que la demografía influye en la economía o viceversa, ya que el tamaño de la población y la estructura afecta a la demanda, el empleo y la inversión, verbigracia el grupo de mujeres de 15 a 64 años en el mercado laboral.

1.1.3 Teorías que confirman que no hay relación causal

1.1.3.1 Las Teorías del Crecimiento Endógeno

Los Modelos Endógenos han mostrado resultados similares entre sí: estacionariedad del producto per cápita en el largo plazo y la necesidad de tecnología exógena, desde la década de los 80's hasta la actualidad la visión del crecimiento económico de los modelos endógenos parte de 4 factores que explican el proceso del crecimiento endógeno, además esos factores generan externalidades positivas y son percibidas para justificar la intervención del Estado. (DESTINOLES, 2007, pág. 8)

1.- Capital físico. Los rendimientos crecientes son el fundamento del crecimiento económico en los primeros modelos de (Romer, 1985) atribuye el crecimiento a la acumulación del capital físico.

2.- Capital público de infraestructura. El Estado al intervenir en las infraestructuras puede conducir al mejoramiento de las empresas privadas.

3.- Integración y desarrollo. La investigación y el desarrollo, desarrollando en los siguientes trabajos de Romer (1986), son considerados como una actividad de rendimiento creciente

4.- Capital humano. Definido como el stock de conocimientos que es valorizado por la incorporación de individuos.

A partir de estas variables Romer (1990), (Aghion & Howitt, 1992, pág. 323) y (Coe & Helpman, 1993) sostienen que en el factor de integración y desarrollo el crecimiento económico es debido al aumento de inputs diferentes, para el modelo de Harrod-Domar reconoce tanto a la demanda efectiva como la oferta de mano de obra (variable exógena), como las variables que limitan el crecimiento y la compatibilidad de la demanda y la inversión es condicionante para tener un crecimiento regular o equilibrado es decir, el modelo es la demanda.

Por su parte (Kaldor, 1956, pág. 83) considera que la teoría económica debe abordar no solo la producción, sino también cómo se reparte el ingreso.³

1.1.3.2 Los Modelos de Crecimiento Exógeno

Los modelos exógenos representado por (Solow, 1956, pág. 67) modifica el modelo de Harrod donde incorpora el equilibrio macroeconómico entre ahorro e inversión incluye: al capital físico como otro activo acumulable a la mano de obra como reproducible al ahorro, como función de ingreso: la tasa de depreciación y el crecimiento poblacional también a largo plazo el crecimiento del producto per cápita depende únicamente del progreso tecnológico, *no del crecimiento poblacional*. El autor interpreta que toda población esta empleada y, además, crece a una tasa constantemente determinada exógenamente, el modelo predice una correlación negativa entre la tasa de crecimiento de la población y el ingreso per cápita.

³ “To-day, a writer on the problem of distribution, would almost be inclined to say the opposite—that ‘in different stages of (capitalist) society the proportions of the national income allotted to wages, profits, etc., are essentially similar.’”

Las teorías modernas le dan un trato distinto a la población que las teorías clásicas, de manera general los modelos de crecimiento ven a la población como una variable exógena que se expande a una tasa constante.

Aunque la Teoría del Crecimiento Endógeno y el Enfoque de Modelo logístico funcionan para el análisis de demográfico y económico su diferencia radica en sus fundamentos teórico y como explican su funcionalidad, mientras que el primero es limitado con saturación y se utiliza para estudiar poblaciones, el segundo es más utilizado para estudiar el desarrollo económico y hay capacidad ilimitada y es itinerante.

1.1.3.3 Teoría Estructuralista Latinoamericana

El pensamiento estructuralista Latinoamericano indica que desde el punto de vista el desarrollo económico el máximo nivel de vida depende de la productividad y estas depende de gran parte de que las maquinas sean más eficientes (Prebisch, 1949, pág. 92), en consecuencia no existe causalidad entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico se podría aseverar que existe una causalidad condicionada derivada de una transformación estructural y un progreso técnico para Latinoamérica ya que esta tiene la fuerza laboral suficiente y es ocupada en la agricultura y la industria en empleos de escasa productividad

Derivado de lo anterior se concluye que la variable población la asumen como una constante en el tiempo, solamente explican el desarrollo económico asociado a la acumulación de ideas, educación y aprendizaje, es decir si la población no tiene estas características entonces es una limitante de crecimiento económico por eso se consuma que los modelos endógenos no tienen relación causal entre el crecimiento económico y el crecimiento poblacional.

Por su parte (Manzano F. A., 2016) al abordar la demografía y la economía, en un análisis mundial establece que “al igual que otras investigaciones observamos que no existe una relación directa entre crecimiento demográfico y económico, ni siquiera existe una correlación estadística entre el crecimiento demográfico y el crecimiento económico”, e invita a romper el paradigma neoclásico de que el crecimiento demográfico tiene efectos negativos en el crecimiento económico.

Conclusiones

El Capítulo I se encauzó en estudiar la evolución histórica del debate sobre la relación causal entre variables demográficas y económicas.

El planteamiento fue mostrar la evolución del debate causal, es decir, a través de la revisión teórica a lo largo de los últimos tres siglos mostró que la relación entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico ha sido un debate extenso, constante y apasionado

Respecto a la clasificación de las teorías son tres las posturas teóricas, mismas que se clasificaron en tres vertientes principales:

1. **Causalidad en un solo sentido:** Circunscribe la Teoría Malthusiana, que establece la causalidad de lo demográfico hacia lo económico (crecimiento poblacional reduce el PIB per cápita), y la Teoría de la Transición Demográfica (TTD), que va de lo económico a lo demográfico, sugiriendo que el desarrollo económico es el motor del cambio poblacional.
2. **Bidireccionalidad de la causalidad:** Incluye la Teoría del Dividendo Demográfico y la Teoría del Capital Humano, que sostienen que ambas dimensiones se influyen mutuamente.
3. **No hay relación causal:** Contiene la Teoría del Crecimiento Endógeno y la Teoría Estructuralista Latinoamericana, que ven a la población como una variable exógena o una limitante si no posee ciertas características (como educación e ideas), concluyendo que no existe causalidad directa.

Como conclusión central del marco teórico, es hablar de la conexión entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico es comprender que es un tema de suma importancia que invita a seguir explorando nuevas evidencias que permitan enriquecer este debate académico.

Capítulo II. Evidencia Empírica de la Relación entre el Crecimiento Poblacional y el Crecimiento Económico.

Introducción

En este capítulo de tesis se aborda la revisión empírica de la literatura que ha analizado la relación entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico.

La propuesta estriba analizar dos dimensiones entre la relación antes mencionada que permita encontrar el vínculo entre estas, para ello, la primera parte consiste en la revisión de manera general de la literatura contemporánea desde enfoque cuantitativo que abordaron el crecimiento poblacional y el crecimiento económico que utilizaron modelos econométricos avanzados es por ello, que en la búsqueda de evidencia literaria se identificaron 17 estudios que exploran esta relación, resaltando el autor a autores, de cómo los investigadores operacionalizaron las variables empleadas, el periodo en el cual fue aplicado, país o países y sus respectivas conclusiones de cada uno de estos, información que es útil para tener una visión metodológica de como los investigadores encontraron el comportamiento de la relación entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico.

En segundo lugar, se busca plantear una dimensión distinta de cómo se estudia la relación del crecimiento poblacional y el crecimiento económico con técnicas estadísticas más robusta que permita continuar con el objetivo de identificar la relación causal, es así que las evidencias empíricas que han estudiado la relación entre ambos terrenos a través de modelos econométricos avanzados con técnicas especializadas como lo es el test de Granger o como se conoce como la prueba de causalidad de Granger, permita encontrar respuestas al objeto de estudio de este proyecto de investigación, donde el tema principal es predecir el sentido de la causalidad y que los hallazgos conlleva a la siguiente clasificación: unidireccional (el crecimiento poblacional causa al crecimiento poblacional o viceversa), bidireccional (el crecimiento poblacional causa al crecimiento económico y el crecimiento económico causa al crecimiento poblacional), no hay relación como tal, es decir el crecimiento poblacional no causa al crecimiento poblacional y crecimiento poblacional no causa al crecimiento económico) y por último existen resultados mixtos, desde luego se exhiben números trabajos que han utilizado la prueba de causalidad de Granger, pero al mismo tiempo se presentan otros tipos de técnicas que se incluyen en estas pruebas.

2. 1 Enfoques econométricos que han abordado la relación entre crecimiento poblacional y el crecimiento económico.

En el marco de esta investigación, se localizaron 17 artículos que han desarrollado investigaciones cuantitativas presentadas cronológicamente entre la dinámica poblacional y el crecimiento económico particularmente en las últimas dos décadas; dichas aportaciones han contribuido a esta relación, utilizando modelos econométricos avanzados como los son: Modelos de Datos Panel, Modelos de Regresión, Modelos de Ecuaciones, Modelos de Series de Tiempo, Modelo de Lucas y otras técnicas econométricas que permiten identificar el comportamiento de las variables y por consiguiente los resultados, los cuales fueron los siguientes:

Acerca de la forma de como abordan las variables, (Boltvinik, 1999) emplea la tasa de crecimiento poblacional y tasa de crecimiento económico per cápita (Garza-Rodriguez J. , Andrade-Velasco , Martinez-Silva , Renteria-Rodriguez , & Vallejo-Castillo, 2016) por su parte emplea a población y PIB per cápita y (Ortiz & Encalada, 2018) ocupa PIB per cápita y tasa de fecundidad, únicamente utilizan dos variables; una variable independiente y una variable dependiente, los demás autores incorporan 3 o más variables demográficas y económicas en ello se subraya las amplias y vastas posibilidades de abordar las investigaciones desde lo demográfico y lo economico o viceversa para encontrar respuestas. Ver Tabla 2.

Respecto a las conclusiones del sentido de la causalidad se encontró que (Ángeles-Castro, 2013), identifica resultados mixtos (unidireccionalidad, bidireccionalidad y no hay relación como tal) (Bloom, y otros, 2015) presentan una causalidad inversa, (VO TAN & DIEP, 2015) enseñan causalidad bidireccional y una causalidad inversa⁴, inversa, (Garza-Rodriguez J. , Andrade-Velasco , Martinez-Silva , Renteria-Rodriguez , & Vallejo-Castillo, 2016) presenta una causa bidireccional al igual que (Mendoza Cota, 2022) señala una causalidad unidireccional y una causalidad bidireccional (Lara Roldan, Montoya Arellano, Zambrano Arteaga, Mora Carpio, & Molina Argudo, 2024), en cuatro de estos trabajos emplearon pruebas de causalidad de Granger.

⁴ La causalidad inversa ocurre cuando el orden lógico entre causa y efecto; en lugar de que X cause Y , en realidad Y está causando X .

Por su parte los siguientes autores (Roa García & Cendejas , 2007), (Chávez & Medina, 2012), (Ortiz & Encalada, 2018), (Orlandini & Salamanca , 2020) y (Sobrino-Figueroa, 2020), identifican la relación y el sentido de la causa de las variables demográficas y económicas con técnicas econométricas, sin embargo, sus interpretaciones tienden a confundirse o interpretar erróneamente, mientras que ambos autores (Boltvinik, 1999), (Posada, 2013) y (MAYORAL & PROAÑO, 2015) lo afirman como una asociación.

Por su lado (HUARANCCA & CASTELLARES, 2020) mencionan un impacto y (González-Bejarano & Holguín-García, 2021) habla de una implicación inversa, por último (Cerquera Losada & Clavijo Tovar, 2023) narra la existencia de una evidencia.

Hasta este momento es difícil identificar si la causalidad es direccional, bidireccional o no hay relación como tal, únicamente cinco trabajos que si lo argumentan ya que en la mayoría de estos utilizaron las pruebas de causalidad de Granger, los demás no es clara su interpretación y esto indica lo bastante complejo la coexistencia demográfica-económico de lo que parece.

Tabla 2. 1 variables empleadas y conclusiones entre el crecimiento poblacional y crecimiento economico

Autor	Variables empleadas	Conclusiones
(Boltvinik, 1999)	Tasa de crecimiento poblacional y Tasa de crecimiento económico per cápita.	Muestran una asociación positiva
(Roa García & Cendejas , 2007)	PIB per cápita, crecimiento medio de la población, dividendo demográfico, PIB trabajador, tasa de fertilidad, esperanza de vida, tasa media de inversión, PIB sector público, exportación menos importación y tasa de inflación	La presencia de un dividendo demográfico que está directamente relacionado con el porcentaje de población en edad activa.
(Chávez & Medina, 2012)	Población en edad de trabajar Población en edad de no trabajar Tasa de crecimiento Natural	El cambio en la estructura por edad, presentará beneficios tangibles al generar un bono demográfico, debido a una relación cada vez más favorable entre la menor población en edad dependiente y la mayor población en edad productiva.
(Posada, 2013)	PIB por trabajador Transición demográfica Acumulación de capital Humano Fertilidad Población	Según el modelo, los costos de crianza y la elasticidad de la tasa de crecimiento del capital humano al tiempo dedicado a la educación (son factores determinantes de las tasas de natalidad y de aumento de la población, del nivel educativo de esta y, por este último canal, de la tasa de crecimiento de la economía.
(Ángeles-Castro, 2013)	Población, Esperanza de vida Inversión extranjera directa per cápita	Periodo 1940-1961. La prueba de causalidad de Granger muestra que los efectos son bidireccionales, es decir, el PIB de la ciudad de México causa el crecimiento de las demás entidades federativas y viceversa. Para el periodo 1962-1983 indica que la direccionalidad del efecto sólo es en un sentido. 1984-2006 El PIB de la ciudad de México no causa el PIB de las demás entidades federativas.
(MAYORAL & PROAÑO, 2015)	PIB per cápita, Crecimiento de la población, Tasa de Inversión, Gasto público, Tasa de matriculación, Remesas, Crecimiento de remesas, Tasa de inflación y Apertura comercial.	Las remesas no han tenido un efecto directo significativo en el crecimiento de la mayor parte de los países excepto en República Dominicana, El Salvador, Costa Rica, Ecuador y Bolivia, contribuyendo a que estos países alcancen una mayor renta per cápita de equilibrio, y muestran un comportamiento contracíclico, donde las transferencias de divisas enviadas por los emigrantes a sus familias fueron mayores en los países sometidos a menores tasas de crecimiento de la renta per cápita.
(Bloom, y otros, 2015)	Tasa de crecimiento del ingreso per cápita, Tasas de crecimiento del ingreso por persona en edad de trabajar, Tasa de crecimiento total de la población en edad de trabajar, Tasa de crecimiento de la población total, IDH y Áreas tropicales y Medidas Inst.	A partir del dividendo demográfico Nigeria podría triplicar su economía en un 30% para el 2030 y presenta una causalidad inversa.
(VO TAN & DIEP, 2015)	PIB per cápita, Esperanza de Vida, Población, Dependencia de ancianos, Dependencia de jóvenes, Transición demográfica, Tasa de mortalidad, Fertilidad, Mujeres trabajadoras, Capital Humano, Vacunación y Alimentos	Bidireccional 1.- Existe un crecimiento positivo al crecimiento poblacional. 2.- La esperanza de Vida presenta un impulso sustancial del ingreso per cápita. Inversa. Crecimiento economico sobre dos factores: 1.- Efecto negativo del PIB per cápita sobre el crecimiento poblacional. 2.- El PIB per cápita influye en la esperanza de vida.

(Garza-Rodriguez j. , Andrade-Velasco , Martinez-Silva, Renteria-Rodriguez, & Vallejo-Castillo , 2016)	Población PIB per cápita	Bidireccional El PIB per cápita es causado por la población y la población es causado por el PIB per cápita.
(Ortiz & Encalada, 2018)	PIB per cápita Tasa de fecundidad	Que la tasa de fecundidad posee un efecto negativo sobre la producción per cápita en los PIMA y PIBS, mientras que en los PIA y PIMB se encuentra un efecto positivo de las tasas de fecundidad sobre la economía. Hay una relación de corto y largo plazo entre las variables teóricas del modelo para todos los niveles de desarrollo.
(HUARANCCA & CASTELLARES, 2020)	Crecimiento PIB per cápita, Crecimiento de la productividad laboral, Crecimiento de la tasa de participación efectiva y Crecimiento de la Tasa de factor demográfico	La productividad laboral es otro factor a través del cual el cambio demográfico impacta en el crecimiento económico.
(Orlandini & Salamanca , 2020)	Población total, Población en edad de trabajar, Población en edad de no trabajar y hombres y mujeres en edad de trabajar	Ecuación que describió el comportamiento de ambas variables determinándose la fuerza, el sentido de la relación y el grado de asociación lineal.
(Sobrinio-Figueroa, 2020)	PIB local, Atributos sociodemográficos, Económicos -productivos, Físico – geográfico y Político- Institucional	La población, la economía y el territorio se encuentran estrechamente relacionados.
(González-Bejarano & Holguín-García, 2021)	Demográficas (crecimiento natural, crecimiento social, mortalidad infantil, esperanza de vida y envejecimiento), socioeconómicas (producto interno bruto per-cápita, participación económica femenina, relación de dependencia, pobreza) institucionales, ambientales, externas y tecnológicas.	La dimensión del subsistema humano en sus determinantes, es afectado por el crecimiento natural que tiene una implicación inversa al crecimiento de la población, pero el social afecta en forma dinámica y positiva en la estructura de una población.
(Mendoza Cota, 2022)	PIB, per cápita Población en pobreza sobre población total Población con educación media superior Inversión bruta fija	Señala una causalidad unidireccional de la desigualdad y una causalidad bidireccional de la pobreza con el crecimiento del PIB per cápita
(Cerquera Losada & Clavijo Tovar, 2023)	Educación, PIB per cápita, PEA, gasto educación, gasto investigación, tasa de fertilidad, crecimiento poblacional, exportación por habitante, formación de capital e Índice de Capital Humano.	Los resultados empíricos permiten evidenciar la importancia del capital humano sobre el crecimiento económico de los países latinoamericanos.
(Lara Roldan, Montoya Arellano, Zambrano Arteaga, Mora Carpio, & Molina Argudo, 2024)	IDH. Índice de desarrollo humano. Tasa de mortalidad bruta PIB per cápita Tasa de alfabetización	Encontraron evidencia de causalidad bidireccional, sugiriendo que el PIB influye en el IDH y viceversa

Metodología

La metodología es un aspecto importante a la hora de estudiar la relación, en lo antes expuesto destaca el uso de los modelos de datos panel, modelos de regresión y modelo de series de

tiempo, en un periodo extenso que comprende los últimos 50 años a países de primer mundo, así como economías emergentes países densamente poblados, regiones europeas, asiáticas, América Latina y obviamente para México, al respecto estos son los hallazgos de los autores.

Derivado de la búsqueda literaria los modelos de datos panel son los más utilizados para abordar la relación entre el crecimiento económico, (MAYORAL & PROAÑO, 2015) para el periodo 1975-2012 en (8 países de América Latina), Bolivia, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador y Honduras, (Bloom, y otros, 2015) en el periodo de 1965-2005 en Nigeria, (VO TAN & DIEP, 2015) en el periodo 1990-2013 en Sudeste Asiático (10 países) Brunéi Camboya, Indonesia, Malaysia, Filipinas, Singapur, Kingdom Tailandia, Timor y Vietnam, (Ortiz & Encalada, 2018) 1980-2016 en (135 países), clasificados en: PIA. Países con ingreso altos, PIMA. Países Ingreso medios alto, PIMB. Países Ingreso medios bajos, PIBS. Países ingreso bajo, (Mendoza Cota, 2022) para el periodo 1989-2018 en México y (Cerquera Losada & Clavijo Tovar, 2023) del espacio 2003-2018 en (8 países) Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Paraguay y Uruguay.

Los modelos de regresión mantienen presencia destacan autores como: (Boltvinik, 1999) para el periodo 1941-1945 en México, (Roa García & Cendejas , 2007) 1990-2004 en países de la OCDE (30), Unión Europea (27), Extremo Oriente (17), Iberoamérica (20, Oriente medio (19), África Subsahariana (48), Asia Central (16) Exsocialistas y socialistas (54), (Sobrino-Figueroa, 2020) para el periodo 1980-2018 México (principales ciudades), (Sobrino-Figueroa, 2020) para el periodo 1980-2018 en México, (González-Bejarano & Holguín-García, 2021) en el periodo 2010-2016 en México y (Lara Roldan, Montoya Arellano, Zambrano Arteaga, Mora Carpio, & Molina Argudo, 2024), para el periodo 1990-2022 en Ecuador.

Otro modelo econométrico que es utilizado para abordar la relación es el modelo de series de tiempo, (Ángeles-Castro, 2013) 1940 y 2006 en tres subperiodos (1940-1961, 1962-1983 y 1984-2006) en México para las 32 Entidades Federativas y (Garza-Rodriguez j. , Andrade-Velasco , Martinez-Silva, Renteria-Rodriguez, & Vallejo-Castillo , 2016) para el periodo 1960-2014 en México

El modelo de ecuaciones también ha sido utilizado por (Chávez & Medina, 2012) 1990-2012, Ecuador y (Orlandini & Salamanca , 2020) 1989-2018 en Bolivia, el modelo de Lucas por

(Posada, 2013) en los siglos XIX y XX en Colombia y una técnica estadística denominada (función Cobb- Douglas) para estimar la productividad total de los factores por (HUARANCCA & CASTELLARES, 2020) para el periodo 2010-2019 en el país de Perú.

2.2 Estudios empíricos sobre la relación entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico desde la causalidad.

Introducción

El vínculo entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico desde hace siglos está vinculado, pero también en la época contemporánea no es la excepción, es así que el debate sigue permanente y abierto, para abordar esta relación, al respecto diversos estudios lo han expuesto desde enfoque econométricos tradicionales utilizando modelos de regresión, cointegración y análisis estructurales sin considerar la dimensión temporal de la influencia entre las variables, situación que aún sigue vigente.

A contraste de investigaciones anteriores, este análisis recurre a un enfoque netamente estadístico que permite explorar el mismo fenómeno desde una óptica distinta sin perder el sentido de la relación causal entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico.

En cuanto a eso, una de las técnicas estadísticas que más han empleado es el test de Granger o pruebas de causalidad de Granger se presenta como una herramienta central, para predecir la causalidad de las variables.

(GUJARATI & PORTER, 2010, pág. 654), explica en que consiste la prueba de causalidad de Granger:

“De modo más general, como el futuro no puede predecir el pasado, si la variable X (a la manera de Granger) causa la variable Y , los cambios en X deben *preceder* a los cambios en Y . Por consiguiente, en una regresión de Y sobre otras variables (con sus propios valores pasados), si incluimos valores pasados o rezagados de X y esto mejora significativamente la predicción de Y , podemos decir que X (a la manera de Granger) causa Y . Aplica una definición similar si Y (a la manera de Granger) causa X ”.

El pionero en aplicar las pruebas de causalidad de Granger fue (COALE & HOOVER, 1958) en un estudio en la India donde encontró evidencia de causalidad unidireccional desde el crecimiento poblacional hacia el crecimiento económico.

Más adelante (Barlow, 1994), emplea análisis estadísticos de correlación y de regresión entre las tasas de crecimiento poblacional y crecimiento económico (Población y PIB per cápita) en los años 1960, 1970, y 1980 para 55 países encontrando que la fertilidad está altamente correlacionada con el crecimiento económico y la reducción de la mortalidad infantil y adulta contribuye positivamente con el crecimiento económico.

Por su parte (Bloom, Canning, & Malaney, 2000) en Asia para el periodo 1965-1990 encontraron una evidencia sólida de causalidad desde el crecimiento económico y el crecimiento poblacional y que el crecimiento económico modifica la dinámica poblacional utilizando pruebas de causalidad de Granger.

Posterior al final del siglo X y en los albores del siglo XXI hasta la actualidad existen numerosas evidencias empíricas ver tabla 2.1 que han empleado el test de Granger para predecir una variable a otra, con diferentes modelos econométricos destacan Modelos de Datos Panel, FEM (Modelo de Efectos Fijos), ARDL (Modelos Autorregresivos con Rezagos), OLS (Mínimos Cuadrados), VEC (Modelo de Corrección de Errores) y que estos han incluido algunas técnicas como la cointegración (*un concepto fundamental en el análisis de series de tiempo ya que nos permite identificar las relaciones a largo plazo entre las variables, a diferencia del test de Granger solo es en el corto plazo*), el test de Bounds (*que es una herramienta valiosa para determinar la cointegración entre variables sin la necesidad de conocer el orden de la integración*), por mencionar algunas que han contribuido significativamente y han enriquecido el análisis de las variables al estudio de las relaciones entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico.

Los hallazgos empíricos que se encuentran en la tabla 2.2 entre la relación de crecimiento poblacional y crecimiento económico con pruebas de causalidad de Granger, con diversidad de modelos econométricos en los 30 años que han utilizado test de Granger han encontrado quien estimula a quien, (crecimiento poblacional y crecimiento económico) y lo han clasificado en direccional, bidireccional, no existe relación como tal y resultados mixtos (donde la relación causal presenta todos los escenarios mencionados) y son los siguientes:

$p \rightarrow y$, causalidad unidireccional, el crecimiento poblacional estimula el crecimiento economico: (Darrat & Al-Yousif, 1999), (Yao, Hsieh, & Hamori, 2007), (Li & Zhang, 2007), (Sebikabu, Ruvuna, & Ruzima, 2010), (Ali, Ali, & Amin, 2013) y (Musa , 2015).

$y \rightarrow p$, causalidad direccional, el crecimiento economico estimula al crecimiento poblacional: (Nakibullah, 1998).

$p \leftrightarrow y$, causalidad bidireccional, el crecimiento poblacional estimula y es estimulado por el crecimiento economico: (Garza-Rodriguez j. , Andrade-Velasco , Martinez-Silva, Renteria-Rodriguez, & Vallejo-Castillo , 2016), (Alvarez-Diaz, D'Hombres, Ghisetti , Pontarollo, & Lewis , 2018), (Furoka, 2013), (Musa , 2015), (Pegou Sibe, Chiatchoua, & Noel Megne, 2016) y (Chirwa & Odhiambo, 2019).

No causalidad

(Dawson & Tiffin, 1998), (Thornton, 2001) y (Mulok, Asid, Kogid, & Lily, 2011).

Resultados mixtos

(Jung & Quddus, 1986), (Kapuria-Foreman, 1995), (Tsen & Furuoka, 2005) y (Chang, Chu, Gupta, & Miller, 2017).

Como se puede apreciar la tabla 2.2, existe diversidad de evidencias empíricas que demuestra cual es el sentido de la relación causal, como se comporta a través del tiempo, los autores hacen uso modelo econométricos avanzados aplicado en diferentes países (prácticamente la mayoría de este planeta) con contextos demográficos distintos, con periodos de estudio muy amplio.

Tabla 2.2 Revisión de la literatura empírica Pruebas de causalidad de Granger

Autor	Periodo	Muestra	Método de estimación	Resultado
(Jung & Quddus, 1986)	1950-1980	44 países	Prueba de Causalidad de Granger	$p \rightarrow +y$ $p \rightarrow -y$ $y \rightarrow +p$ $y \rightarrow -p$ No causalidad
(Kelley & Schmidt, 1995)	1960-1970, 1970-1980 1980-1990	86 países	FEM (Modelo de corrección de errores) REM	No impacta p to y
(Kapuria-Foreman, 1995)	1961-1991 196-1990 1953-1989 1951-1990 1953-1989 1961-1991 1949-1989 1961-1991 1961-1990 1961-1990 1951-1990 1952-1990 1961-1990 1952-1990 1948-1986	Nepal, India, China, Ghana Sri Lanka, Bolivia, Filipinas, Guatemala, Siria, Perú, Tailandia, Turquía, Chile, Argentina, México y Bangladesh	Prueba de Causalidad de Granger	$p \rightarrow +y$ $p \leftrightarrow - ** y$ $p \leftrightarrow + ** y$ $y \rightarrow -p$ $y \rightarrow -p$ No causalidad $p \leftrightarrow + ** y$ $y \rightarrow -p$ $y \rightarrow - * p$ No causalidad $p \leftrightarrow + ** y$ $p \leftrightarrow + ** y$ No causalidad $p \leftrightarrow + ** y$
(Nakibullah, 1998)	1960-1990	Bangladesh	VAR	$y \rightarrow +p$
(Dawson & Tiffin, 1998)	1950-1993	India	Cointegración Johansen	No causalidad
(Darrat & Al-Yousif, 1999)	1950-1996	20 países	Cointegración VEC	$y \rightarrow + * p$
(Bloom, Canning, & Malaney, 2000)	1965-1990	70 países	OLS (Mínimos Cuadrados Ordinarios)	$p \rightarrow y$
(Thornton, 2001)	1900-1994, 1925-1994, 1921-1994, 1913-1994	Argentina, Brasil, Chile, Venezuela, Colombia, México y Perú	Prueba de Granger VAR	No causalidad

(Li & Zhang, 2007)	1978–1998	China	VI–GMM	$p \rightarrow y$
(Furuoka, 2009)	1961–2003	Tailandia	Cointegración (Johansen) VEC	$p \rightarrow y$
(Munise & Bilal , 2009)	No especifica el periodo.	Turquía	ARDL Prueba De límites ((Bounds Test) y causalidad de Granger	$p \leftrightarrow y$
(Hasan, 2010)	1952–1998	China	VAR VEC	$y \rightarrow -p$
(Choudhry & Elhorst, 2010)	1961–2003	China, India y Pakistán	OLS (Mínimos Cuadrados Ordinarios)	Efecto positivo (diferencial de crecimiento de la población en edad de trabajar respecto a la población total) 46%, 39% y 25%
(Mulok, Asid, Kogid, & Lily, 2011)	1960–2009	Malaysia	Cointegración (Johansen) VAR, Toda Yamamoto	No causalidad
(Yao, Kinugasa, & Hamorl, 2013)	1952–2007	China	Cointegración, VECM	$p \rightarrow y$
(Liu & Hu, 2013)	1983–2008	Provincias de China	(panel) OLS (Mínimos Cuadrados Ordinarios)	$p \rightarrow y$
(Musa , 2015)	1980–2013	India	Cointegración (Johansen) VEC	$p \rightarrow + * y$
(Furoka, 2009)	1961–2003	Tailandia	ARDL	$p \leftrightarrow y$
(Tsen & Furuoka, 2005)	1961–2014 1950–2000	China Japón, Corea, Tailandia, Singapur, Pilipinas, Hong Kong, Malasia, Taiwán e Indonesia	ARDL Cointegración (Johansen) VAR	$p \rightarrow y$ $p \rightarrow y$ $p \rightarrow y$ $y \rightarrow p$ No causalidad
(An & Jeon, 2006)	1960–2000	25 países de la OCDE y no países del OCDE	regression nonparametric kernel relation	inverted U-shape

(FARIA, LEÓN-LEDESMA, & SACHSIDA, 2006)	1950–2000	125 países	OLS (Mínimos Cuadrados Ordinarios) (logy) (logy) ²	U-shape inverted África–Asia Europa: $y \rightarrow -p$
(Yao, Hsieh, & Hamori, 2007)	1954–2005	Taiwán	Cointegración (Johansen) VAR, Toda Yamamoto	Until 2000 $y \rightarrow -p$ Until 2005 insignificant
(Azomahou & Mishra, 2008)	1960–2000	110 países	(GAM) Modelos Aditivos Generalizados no paramétrica	
(Afzal, 2009)	1950–2001	Pakistán	OLS (Mínimos Cuadrados Ordinarios)	Efecto negativo $p \rightarrow y$
(Huang & Xie, 2013)	1980–2007	90 países (panel)	Simultáneos ADL	$p \rightarrow y$
(Song, 2013)	1965–2009	13 países de Asia	OLS (Mínimos Cuadrados Ordinarios)	Efecto negativo $p \rightarrow y$
(Ali, Ali, & Amin, 2013)	1975–2008	Pakistán	ARDL	$p \rightarrow +y$
(Chang, Chu, Gupta, & Miller, 2017)	1870–2013	Finlandia, France, Portugal, Suecia, Canadá, Alemania, Japón, Noruega, Suiza, Austria, Italia, Bélgica, Dinamarca, Países Bajos, Reino Unido, Estados Unidos de Norteamérica y Nueva Zelanda	Datos Panel Prueba de Causalidad de Granger	$p \rightarrow +y$ $y \rightarrow -p$ No causalidad
(Garza-Rodriguez j. , Andrade-Velasco , Martinez-Silva, Renteria-Rodriguez, & Vallejo-Castillo , 2016)	1962–2012	México	VEC	$p \leftrightarrow y$

(Pegou Sibe, Chiatchoua, & Noel Megne, 2016)	1960-2013	Los 30 países más poblados	Modelo de Corrección de Errores con pruebas de causalidad de Granger	$p \leftrightarrow y$
(VO TAN & DIEP, 2015)	1990–2013	7 países del Sudeste Asiático	Panel regresión model Structural Equation Model	$p \leftrightarrow y$
Rahman et (Rahman, Saidi, & Mbarek, M.B, 2017)	1960–2013	Estados Unidos de Norteamérica, Reino Unido, Canadá, China, India y Brasil.	Panel cointegración VEC	$p \rightarrow +y$
(Alvarez-Diaz, D’Hombres, Ghisetti , Pontarollo, & Lewis , 2018)	1960-2011	111 países	ARDL Pruebas De causalidad de Granger	$p \leftrightarrow y$
(Chirwa & Odhiambo, 2019)	1970–2015	Zambia	ARDL Pruebas de causalidad de Granger	$p \leftrightarrow y$
(Aksoy, Basso, Smith, & Grasl, 2019)	1970–2014	21 países de la OCDE	Panel VAR	$p \rightarrow +y$
(Mahmoudinia, Kondelaji, & Jafari, 2020)	1980–2018	57 países Islámicos	Cointegración (Johansen) VEC	$p \rightarrow +y$
(Sebikabu, Ruvuna, & Ruzima, 2020)	1974–2013	Ruanda	ARDL (Modelo autorregresivo con rezagos distribuidos)	Efecto positivo $p \rightarrow y$
(Bawazir, Aslam, & Osman, 2020)	1996–2016	10 de países de Medio Oriente	OLS (Mínimos Cuadrados Ordinarios)	Efecto positivo $p \rightarrow y$
(Gatsi & Appiah, 2020)	1987–2017	Ghana	ARDL (Modelo autorregresivo con rezagos distribuidos)	$p \rightarrow y$
(Azam & Khan, 2020)	1980–2020	India	ARDL (Modelo autorregresivo con rezagos distribuidos)	$p \rightarrow +y$

(Alemu, 2020)	1980–2019	Etiopía	ARDL (Modelo autorregresivo con rezagos distribuidos) Se aplicaron pruebas de raíz unitaria, cointegración de límites (Bounds Test) y causalidad de Granger (Toda-Yamamoto y Dolado-Lütkepohl).	$p \leftrightarrow y$ positivo
(Lianos, Tsounis, & Pseiridis, 2022)	1820–1938 1950–2016	Estados Unidos de Norteamérica, Reino Unido, Alemania Francia e Italia	Toda-Yamamoto, Granger, Sims Prueba de Causalidad	$p \rightarrow +y$ $p \leftrightarrow y$ $y \rightarrow +p$
(Brida, Alvarez, Cayssials, & Mednik, 2023)	1960-2019	111 países	Clusters Distancia entre trayectorias económica (MST) árbol de expansión mínima, (HT) árbol jerárquico	No causalidad

Notas. La tabla 1 resume los resultados encontrados en la revisión literaria, en la columna de los resultados $y \rightarrow p$ indica una relación unidireccional, (causalidad de Granger), donde el ingreso per cápita causa al crecimiento poblacional, $p \leftrightarrow y$ indica que el crecimiento poblacional causa al ingreso per cápita, $p \leftrightarrow y$ es bidireccional. Los signos + o – and * indican el signo y la significancia del resultado cuando son reportados.

Fuente: Elaboración propia con datos de los autores.

Resultados

Se encontraron confusiones existentes en las propuestas de investigación a la hora de operacionalizar las variables; en su gran mayoría los autores deciden arbitrariamente su ubicación (*dependiente o independiente*), así como (los criterios que influyen en la selección de las variables dependen de los investigadores).

Así mismo se subraya la amplia dimensión de abordar las investigaciones para encontrar respuestas entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico respecto a la operacionalización de las variables.

Únicamente cuatro trabajos utilizaron dos variables una dependiente y otra independiente, 13 utilizan más de tres variables en sus planteamientos, respecto a la relación de causalidad existen problemas de interpretación, aunque los hallazgos son heterogéneos, las causas de la relación tienden a confundirse a la hora de interpretar erróneamente; algunos autores se refieren a una relación, otros lo afirman como una asociación, algunos infieren un impacto, de distinta manera afirman la existencia de una evidencia; otros lo refieren como una implicación, esto indica que es bastante compleja la coexistencia demográfica-económica y su relación.

Los métodos para abordar la relación destacan el modelo de datos panel con cinco, en segundo se encuentra a los modelos de regresión también con cinco, luego el modelo de ecuaciones con dos, el modelo de series de tiempo con dos, el modelo logístico con uno, el modelo de lucas con uno y el restante con otra técnica estadística.

Referente al periodo de tiempo contempla principalmente en el último cuarto del siglo XX y el primer cuarto del siglo XXI y prácticamente la muestra de países es amplia, incluyendo todos los continentes y gran porcentaje de la población total del mundo.

Otra forma de analizar la relación entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico es a través de los tests de Granger o pruebas de causalidad de Granger que han empleado esta herramienta estadística que permite predecir una variable a otra, con diferentes modelos econométricos destacan Modelos de Datos Panel, FEM (Modelo de Efectos Fijos), ARDL (Modelos Autorregresivos con Rezagos), OLS (Mínimos Cuadrados), VEC (Modelo de Corrección de Errores y que estos han incluido algunas técnicas como la cointegración (*un concepto fundamental en el análisis de series de tiempo ya que nos permite identificar las relaciones a largo plazo entre las variables, a diferencia del test de Granger solo es en el corto plazo*), el test de Bounds (*que es una herramienta valiosa para determinar la cointegración entre variables sin la necesidad de conocer el orden de la integración*), por mencionar algunas que han contribuido significativamente y han enriquecido el análisis de las variables al estudio de las relaciones entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico.

Los hallazgos empíricos entre la relación de crecimiento poblacional y crecimiento económico con pruebas de causalidad de Granger, demuestran una diversidad de modelos econométricos avanzados en los 30 años que han utilizado test de Granger y han encontrado quien estimula a

quien, (crecimiento poblacional y crecimiento economico) y lo han clasificado en direccional, bidireccional, no existe relación como tal y resultados mixtos.

Desde la perspectiva del análisis de dos formas de estudiar las relaciones entre el crecimiento poblacional y el crecimiento economico, una de estas que se acentúa es que no hay evidencia homogénea, al contrario con la evolución del tiempo se manifiestan y se presenta matices de heterogeneidad y eso lo convierte en tema muy complejo de entender esta relación ya que los escenarios de cada país, región o continente presenta factores económicos, sociales, culturales y políticos propios de ellos, y estos influyen en la dinámica de sus poblaciones, también es preciso comentar que las dos variables de estudio evolucionan a lo largo del tiempo, por lo consiguiente no hay un resultado unánime por parte de los autores y tal parece que no se pondrán de acuerdo, no hay como resolver la controversia para abordar la asociación entre el crecimiento poblacional o el crecimiento economico ya que la relación puede ir de lo demográfico a lo economico o de lo economico a lo demográfico o simplemente no existir tal relación.

Conclusiones

El Capítulo II tuvo como objetivo investigar estudios cuantitativos sobre la relación entre variables demográficas y económicas, especialmente a través del test de Granger.

Los resultados muestran una heterogeneidad de la evidencia, la conclusión más relevante es que no hay evidencia homogénea de la relación entre el crecimiento poblacional y el económico, sino que se manifiestan matices de heterogeneidad.

En otro escenario se encontró que la ausencia de resultado unánime; los resultados empíricos que han utilizado la prueba de causalidad de Granger y otras técnicas avanzadas son mixtos y no unánimes. Se encontraron estudios que concluyen:

Que existe causalidad unidireccional, causalidad bidireccional, no causalidad y resultados mixtos.

Pero también existen problemas de interpretación, es decir, existe confusión en la literatura empírica al interpretar la causalidad. Algunos autores se refieren a ella como una relación, asociación, impacto o implicación, lo que subraya la complejidad de la coexistencia demográfica-económica.

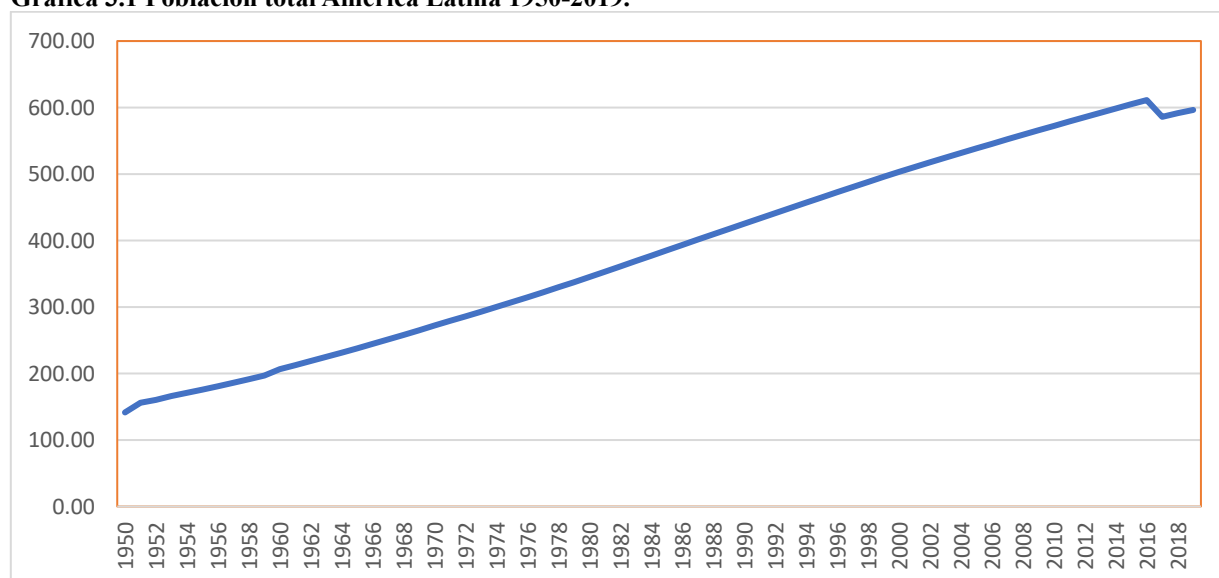
Por último, referente a la metodología, los modelos de datos panel fueron los más utilizados en los estudios revisados, seguidos por los modelos de regresión y series de tiempo. Se destaca el uso de pruebas de causalidad de Granger y técnicas avanzadas como la cointegración y el *Bounds Test*.

Capítulo III. Relaciones entre el Crecimiento Poblacional y Crecimiento Economico en América Latina 1950 - 2014: Análisis Mediante Modelo de Datos Panel con Series Económicas Estacionarias y Rompimientos Estructurales.

Introducción

El crecimiento poblacional en América Latina entre 1950 y 2019 fue notable y vigoroso para el año 1950 la región tenía 141.5 millones de personas y para 2019 esta cifra aumento a 596.5 millones, es decir, la población en seis décadas en la región aumento cuatro veces más, sin embargo, en la gráfica 3.1 muestra que en el año 2016 tuvo un decremento y en año 2018 vuelve aumentar la población.

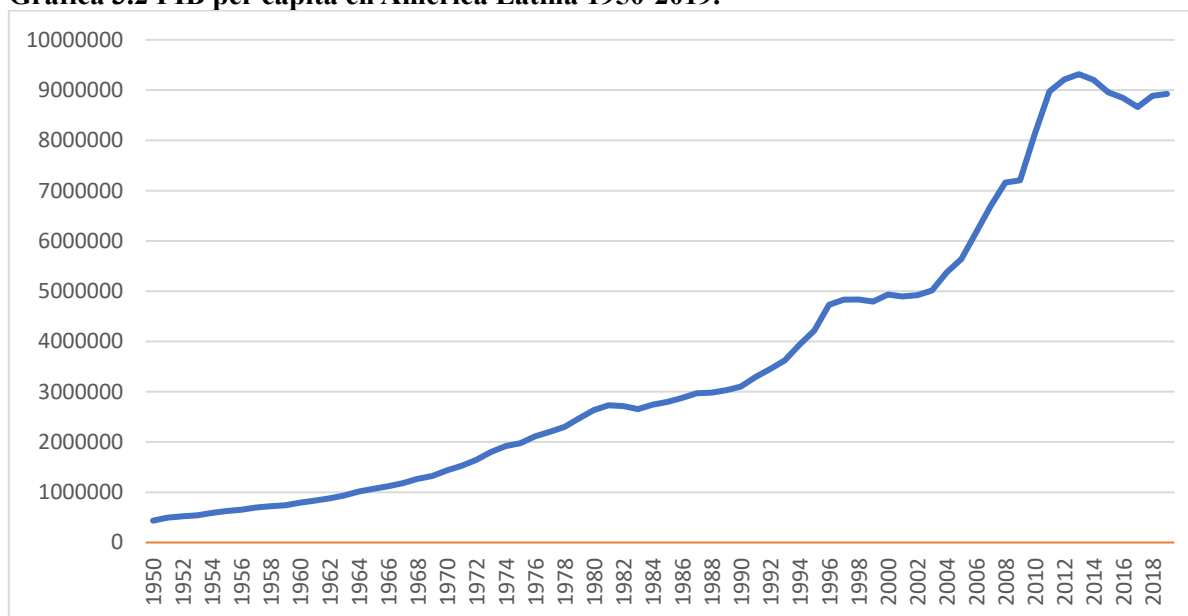
Grafica 3.1 Población total América Latina 1950-2019.



Fuente: Elaboración propia con datos de (Feenstra, Inklaar, & Timmer, 2015) **Pen World Table, Versión 10.**

Entre el año 1950 a 2015, América Latina registro un considerable incremento economico, el PIB per cápita en 1950 fue de 434, 491 a valor del dólar internacional en el 2011, para 2019, fue de 8 922,956, lo que representa un incremento cercano de 1953% en términos reales, aunque el comportamiento de acuerdo a la tabla 3.2 indica que en el periodo 1996 a 2004 se mantuvo estable pero alcanza un crecimiento máximo hasta el año 2010 para luego descender hasta el año 2016 esto indica que el PIB per cápita aunque incrementa siempre estará sujeto variaciones económicas. Ver. Tabla 3.2

Gráfica 3.2 PIB per cápita en América Latina 1950-2019.



Fuente: Elaboración propia con datos de (Feenstra, Inklaar, & Timmer, 2015) *Pen World Table*, Versión 10.

Retomando el indicador demográfico y económico para América Latina indica que ambas variables aumentaron para el periodo de estudio, sin embargo, aunque existe una relación entre ambas, el contexto demográfico y económico en América Latina ya que la región cuenta con varias subregiones eso lo hace todavía más compleja esta relación.

Justificación

Para abordar esta investigación resulta significativo plantear las siguientes preguntas;

1.- ¿Por qué es importante determinar si las series temporales relacionadas con cuestiones demográficas y económicas son estacionarias o no estacionarias bajo la presencia de rompimientos, o bien fraccionalmente estacionarias?

Porque determinar si las series son estacionarias permite caracterizar su comportamiento estocástico y establecer si es posible estimar un modelo econométrico válido, con capacidad de pronóstico confiable.

Y que cuando una serie no es estacionaria, sus propiedades estadísticas (media, varianza y covarianzas) cambian en el tiempo, por lo que resulta necesario transformarla —por ejemplo, aplicando diferencias— antes de estimar modelos econométricos y realizar predicciones.

Una vez determinado el orden de integración, se pueden aplicar técnicas adecuadas para:

- a) Estimar modelos econométricos válidos (ARIMA, ARFIMA, ARDL, etc.);
- b) Estudiar relaciones de causalidad o precedencia econométrica;
- c) O bien identificar relaciones de equilibrio o de largo plazo entre variables.

La fraccional estacionariedad (orden de integración d entre 0 y 1) describe procesos con memoria larga o alta persistencia, típicos en series demográficas y macroeconómicas, donde los efectos de los choques se disipan lentamente.

Por su parte, la presencia de rompimientos estructurales —graduales o repentinos— puede alterar la dinámica de la serie. Si no se consideran en las pruebas de raíz unitaria, se puede concluir erróneamente que la serie es no estacionaria, cuando en realidad presenta cambios de nivel o tendencia.

Por ello, identificar el número, tipo y momento de los rompimientos es esencial para capturar adecuadamente los cambios de régimen y mejorar la capacidad predictiva de los modelos.

2.- ¿Para qué sirve determinar si las series son estacionarias, no estacionarias o fraccionalmente estacionarias?

Para determinar la naturaleza de las series sirve para evitar inferencias espurias y si se estiman relaciones entre variables no estacionarias que no están cointegradas, los resultados serán falsos, ya que la aparente relación puede deberse solo a tendencias comunes.

Sin embargo, las series no estacionarias pueden moverse conjuntamente en el largo plazo, lo cual se conoce como cointegración. En estos casos, existe un equilibrio que vincula las series, aunque cada una sea individualmente no estacionaria.

Cuando hay rompimientos estructurales, las pruebas de cointegración tradicionales pueden fallar, por lo que se han desarrollado pruebas de cointegración con rompimientos (como las de Gregory-Hansen o Johansen con cambios de régimen).

Asimismo, el análisis de series no estacionarias puede abordarse mediante modelos de cambio de régimen o Markov-Switching, que permiten capturar diferentes fases o comportamientos del sistema económico a lo largo del tiempo.

Es así que en este capítulo de tesis se plantea un modelo de datos panel con estacionariedad y rompimientos estructurales que permita analizar la relación de largo plazo entre las variables demográficas y económicas en América Latina para el periodo 1950-2014.

Para ello se estructura de siguiente manera, en primer lugar, se realiza evidencia literaria de estudios con datos panel entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico con múltiples rompimientos estructurales que han contribuido a esta relación vista desde este enfoque econométrico.

Posteriormente se mencionan las técnicas econométricas para determinar la estacionariedad y rompimientos estructurales, donde (Rodríguez, Domínguez Domingo; López Herrera Francisco, Mendoza González Miguel Ángel, 2016) Citan a (Carrion-i-Silvestre, Del Barrio Castro, & López Baso, 2005), en la cual desarrollaron una prueba para probar la hipótesis nula de estacionariedad en un conjunto de datos en panel que toma en cuenta múltiples rupturas estructurales, cuyo procedimiento se basa en la prueba univariada de (Kwiatkowski, Phillips, & Schmidt, 1991). Que se describe brevemente el modelo de Carrión-i-Silvestre (sic), diseñado para probar la hipótesis nula de estacionariedad que permite múltiples cambios estructurales en el panel de datos.

Luego se explica brevemente conceptualización de los modelos de datos panel así mismo, los datos que consisten en las 12 variables, 23 países y el tiempo a estudiar en América Latina 1950-2014.

Por último, son los resultados de la estacionariedad y rompimiento por cada una de las variables demográficas y económicas y país de manera independiente que se hallaron en la relación del crecimiento poblacional y el crecimiento económico en América Latina para el periodo 1950-2014.

3.1 Estudios empíricos y técnicas econométricas para determinar la estacionariedad, rompimientos.

Ahora bien, respecto a la evidencia literaria en diversos estudios ha confirmado empíricamente el uso y la utilidad de los modelos y pruebas que incorporan rupturas estructurales y análisis de estacionariedad en datos panel, en ese sentido (Bai & Perron, 1995) aplicaron métodos de estimación con múltiples rupturas en series macroeconómicas, identificando cambios significativos en parámetros estructurales por su parte (Carrion-i-Silvestre, Del Barrio Castro, & López Baso, 2005) validaron sus pruebas de raíz unitaria y cointegración con rupturas en paneles económicos, mejorando la detección de no estacionariedad en la presencia de sus quiebres, (Hadri, 2000), en su trabajo presento evidencias sobre series panel donde se verifica la estacionariedad bajo un supuesto de heterogeneidad y efectos determinísticos, ofreciendo, una alternativa robusta frente a test convencionales. (Hernández Veleros & Serrano Avilés, 2018) aplicaron estos enfoques ala estudios de migración internacional en México detectando ocho rupturas estructurales por sexo, lo que demuestra la relevancia de estos métodos en contextos demográficos. Finalmente (Ben-David & Papell, 1997) analizo el crecimiento económico postguerra en 74 países, encontrando rupturas significativas en las tasas de crecimiento de América Latina, donde las desaceleraciones fueron más severas. Esta evidencia empírica conjunta respalda la incorporación de pruebas estructurales en el análisis de series temporales y paneles con dinámicas muy complejas

3.2 Pruebas de estacionariedad en datos panel con múltiples rompimientos

Se analizan las causas de estos rompimientos, para ello se emplea de pruebas de Carrión y López.

(Rodriguez, Dominguez Domingo;López Herrera Francisco, Mendoza González Miguel Ángel, 2016) Citan a (Carrion-i-Silvestre, Del Barrio Castro, & López Baso, 2005), desarrollaron una prueba para probar la hipótesis nula de estacionariedad en un conjunto de datos en panel que toma en cuenta múltiples rupturas estructurales, cuyo procedimiento se basa en la prueba univariada de (Kwiatkowski, Phillips , & Schmidt , 1991). A continuación, describiremos brevemente el modelo de Carrión-i-Silvestre (sic), diseñado para probar la hipótesis nula de estacionariedad que permite múltiples cambios estructurales en el panel de datos.

(Hernández, 2016) Menciona que la prueba de estacionariedad con datos de panel de (Carrion-i-Silvestre, Del Barrio Castro, & López Baso, 2005) tiene como particularidades las siguientes:

1. Es una versión panel de la prueba univariada de Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin (KPSS).
2. La hipótesis nula es de estacionariedad con hasta ocho rompimientos estructurales.
3. La prueba tiene muy alta potencia o probabilidad de rechazar una hipótesis nula falsa.
4. En esta versión se consideran rompimientos que afectan la media y la tendencia.
5. Cada país del panel puede tener un número diferente de rompimientos ubicados en fechas distintas.
6. La prueba tiene una distribución límite normal y funciona bien en muestras finitas.
7. Los modelos de la prueba son: sea $\{y_{i,t}\}$ el conjunto de procesos estocásticos dado por

$$y_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_i t + \varepsilon_{i,t}, \quad (1)$$

$$\alpha_{i,t} = \sum_{k=1}^{m_i} \theta_{i,k} D(T_{b,k}^i)_t + \sum_{k=1}^{m_i} \gamma_{i,k} DU_{i,k,t} + \alpha_{i,t-1} + v_{i,t}, \quad (2)$$

Donde

$v_{i,t} \sim i.i.d.(0, \sigma_{v,i}^2)$ y $\alpha_{i,0} = \alpha_i$, una constante, con $i = 1, \dots, N$ individuos y $t = 1, \dots, T$ periodos.

Las variables ficticias $D(T_{b,k}^i)_t$ y $DU_{i,k,t}$ son definidas como $D(T_{b,k}^i)_t = 1$ para $t = T_{b,k}^i + 1$ y 0 en cualquier otra parte, y $DU_{i,k,t} = 1$ para $t > T_{b,k}^i$ y 0 en cualquier otra parte, con $T_{b,k}^i$ denotando la k -ésima fecha de rompimiento para el i -ésimo individuo, $k = 1, \dots, m_i, m_i \geq 1$

8. El proceso generador de datos (PGD) dado por (1) y (2) descompone $\{y_{i,t}\}$ como la suma de un camino aleatorio $\{\alpha_{i,t}\}$, y el proceso estocástico, $\{\varepsilon_{i,t}\}$, él se asume satisface las condiciones de regularidad mixtas fuertes definidas en (Phillips, Time Series Regression with a Unit Root, 1985) y en (Phillips & Perron, 1986). Además, ellos asumen que $\{\varepsilon_{i,t}\}$ y $\{v_{i,t}\}$ son mutuamente independientes entre las dos dimensiones del conjunto de datos panel. Por lo tanto, la hipótesis nula de

estacionariedad panel es equivalente a definir $\sigma_{v,i}^2 = 0, \forall i = 1, \dots, N$, bajo la cual el modelo dado por (1) y (2) se vuelve

$$y_{i,t} = \alpha_i + \sum_{k=1}^{m_i} \theta_{i,k} DU_{i,k,t} + \beta_i t + \sum_{k=1}^{m_i} \gamma_{i,k} DT_{i,k,t}^* + \varepsilon_{i,t} \quad (3)$$

, Con la variable ficticia $DT_{i,k,t}^* = t - T_{b,k}^i$ para $t > T_{b,k}^i$ y 0 en cualquier otra parte, $k = 1, \dots, m_i$, $m_i \geq 1$. El modelo en (3) incluye efectos individuales, *efectos rompimiento estructural individual* – esto es, desplazamientos en la media causados por rompimientos estructurales–efectos temporales- si $\beta_i \neq 0$ - y *efectos rompimiento estructurales temporales* –si $\gamma_{i,k} \neq 0$, esto es, cuando hay desplazamientos en la tendencia temporal individual. Por lo tanto, cuando $\beta_i = \gamma_{i,k} = 0$, el modelo en (3) es la contraparte de aquél analizado por (Perron & Vogelsang, Nonstationarity and Level Shifts With an Application to Purchasing Power Parity, 1992) – denotado como modelo 1 por (Carrion-i-Silvestre, Del Barrio Castro, & López Baso, 2005) - mientras que cuando $\beta_i \neq \gamma_{i,k} \neq 0$ ellos tienen la especificación dada por el modelo C de (Perron, 1989), al cual (Carrion-i-Silvestre, Del Barrio Castro, & López Baso, 2005) se refieren como el modelo 2.

9. La especificación dada por (3) es lo suficientemente general para permitir las siguientes características: (i) los rompimientos estructurales pueden tener diferentes efectos sobre cada serie de tiempo –los efectos son medidos por $\theta_{i,k}$ y $\gamma_{i,k}$; (ii) ellos pueden ser localizados en diferentes fechas desde que los autores no restringen las fechas de los rompimientos a satisfacer $T_{b,k}^i = T_{b,k}, \forall i = 1, \dots, N$ y (iii) los individuos pueden tener diferente número de rompimientos estructurales $m_i \neq m_j, \forall i \neq j, i, j = 1, \dots, N$.
10. La prueba de hipótesis nula de estacionariedad panel sigue la propuesta de (Hadri, 2000), quien diseñó un estadístico de prueba que es simplemente el promedio de la prueba univariada de estacionariedad en (Kwiatkowski, Phillips, & Schmidt, 1991). La expresión general para el estadístico de prueba es:

$$LM(\lambda) = N^{-1} \sum_{i=1}^N (\hat{\omega}_i^{-2} T^{-2} \sum_{t=1}^T \hat{S}_{i,t}^2) \quad (4)$$

, Donde $\hat{S}_{i,t} = \sum_{j=1}^t \hat{\varepsilon}_{i,j}$ denota el proceso de suma parcial que es obtenido usando los residuales MCO estimados de (3), con $\hat{\omega}_i^2$ siendo un estimado consistente de la varianza de largo plazo de ε_i , $\omega_i^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} T^{-1} E(S_{i,T}^2)$, $i = 1, \dots$. Esto permite a los disturbios ser heteroscedásticos a lo largo de la dimensión de corte transversal. Los autores de esta prueba siguen el procedimiento de (Sun & Andrews, 2002) para obtener estimados consistentes de la varianza de largo plazo.

11. La prueba en (4) puede también ser calculada asumiendo homogeneidad de largo plazo de la varianza entre los individuos, de manera que es formulada como:

$$LM(\lambda) = N^{-1} \sum_{i=1}^N (\hat{\omega}^{-2} T^{-2} \sum_{t=1}^T \hat{S}_{i,t}^2) \quad (4a)$$

Donde

$$\hat{\omega}^2 = N^{-1} \sum_{i=1}^N \hat{\omega}_i^2.$$

12. En (4) λ es usada para denotar la dependencia de la prueba a las fechas de rompimiento. Para cada individuo i es definido como el vector $\lambda_i = (\lambda_{i,1}, \dots, \lambda_{i,m_i})' = \left(\frac{T_{b,1}^i}{T}, \dots, \frac{T_{b,m_i}^i}{T} \right)'$, el cual indica la posición relativa de las fechas de rompimientos en el periodo temporal entero T .
13. El estadístico permite a los disturbios ser heteroscedásticos a lo largo de la dimensión de corte transversal, de manera, que hay algún tipo de heterogeneidad entre individuos. La prueba en (4) puede ser calculada asumiendo homogeneidad de la varianza de largo plazo entre individuos.
14. El estadístico de prueba para la hipótesis nula requiere de estacionariedad panel con múltiples desplazamientos es

$$Z(\lambda) = \frac{\sqrt{N}(LM(\lambda) - \bar{\xi})}{\bar{\xi}} \quad (5)$$

15. Para tomar en consideración la dependencia de corte transversal entre individuos o series consideradas, la prueba de (Carrion-i-Silvestre, Del Barrio Castro, & López Baso, 2005) calcula la distribución bootstrap.
16. Para estimar las fechas de rompimiento usan el procedimiento de (Bai & Perron, 1995): dado un número máximo de rompimientos, se estima la posición para cada uno, se evalúa la significancia de los rompimientos y se obtiene el número óptimo y posición de cada uno, calculan la minimización global de la suma de errores al cuadrado (SSR, por las siglas en inglés de Sum Square Resid), de manera tal que eligen el estimado de las fechas de los rompimientos del argumento que minimiza la secuencia de individual SSR $SSR(T_{b,1}^i, \dots, T_{b,m_i}^i)$ calculada a partir de (3)

$$(\hat{T}_{b,1}^i, \dots, \hat{T}_{b,m_i}^i) = \arg \min_{T_{b,1}^i, \dots, T_{b,m_i}^i} SSR(T_{b,1}^i, \dots, T_{b,m_i}^i)$$

17. Es necesario hacer trimming (recorte de valores en los extremos de la distribución) al calcular los estimados de los puntos de rompimiento, en la prueba utilizada se sigue la recomendación (Bai & Perron, 1995) para $m_i > 1$, para el caso de regresores tendenciales recomiendan usar el criterio de información de Schwarz modificado (LWZ) de (Liu, Wu, & Zidek, 1997), y para regresores no tendenciales se estima el número de rompimientos estructurales mediante el procedimiento secuencial de con el estadístico de prueba *pseudo* tipo F.
18. En este caso, haremos uso de LWZ porque tenemos tendencia con un máximo de rompimientos estructurales permitido de 8, $m^{max} = 8$.
19. La prueba por aplicar estima la varianza de largo plazo a través de la propuesta de Sul *et al.* (2003): aplicación de un preblanqueo al estimado de la varianza consistente con autocorrelación y heteroscedasticidad (HAC), la cual en la primera etapa implica estimar un modelo AR para los residuos de (3):

$$\hat{\varepsilon}_{i,t} = \vartheta_1 \hat{\varepsilon}_{i,t-1} + \dots + \vartheta_p \hat{\varepsilon}_{i,t-p} + \psi_{i,t}$$

y obtención de la varianza de largo plazo de los residuales estimados en (7), lo cual es denotado como $\hat{\sigma}_{\psi_i}^2$, a través del estimador HAC –por ejemplo, usando el kernel espectral de

Bartlett y el kernel espectral Cuadrático con selección de ancho de ventana espectral automático-. En la segunda etapa, la varianza de largo plazo es recoloreada:

$$\hat{\omega}_i = \frac{\tilde{\sigma}_{\psi_i}^2}{\tilde{\vartheta}(1)^2}$$

Donde $\tilde{\vartheta}(1)$ denota el polinomio autorregresivo $\tilde{\vartheta}(L) = 1 - \tilde{\vartheta}_1 L - \dots - \tilde{\vartheta}_p L^p$ evaluado en un rezago. Para evitar la inconsistencia del estadístico de prueba, Sut *et al.* (2003) sugieren usar la siguiente regla condición límite para obtener la varianza estimada de largo plazo (la cual asegura que ésta está limitada por encima por $T\tilde{\sigma}_{\psi_i}^2$:

$$\hat{\omega}_i = \min \left\{ T\tilde{\sigma}_{\psi_i}^2, \frac{\tilde{\sigma}_{\psi_i}^2}{\tilde{\vartheta}(1)^2} \right\}$$

20. El código Gauss de (Carrion-i-Silvestre, Del Barrio Castro, & López Baso, 2005) incorpora la estimación de los intervalos de confianza de los rompimientos.

Datos

12 variables se utilizaron y fueron las siguientes: PIB real., PIB producto. Producto interno bruto producto: PIB real por el lado de la producción a precios PPP encadenados (en millones de US\$ de 2011), PIB gasto. Producto interno bruto gasto: PIB real por el lado del gasto a precios PPP encadenados (en millones de US\$ de 2011)., Empleo: Número de personas ocupadas (en millones), tasa productividad de los factores real (se refiere a la producción de un país en sus mejoras en tecnología, organización, y eficiencia), Acervo de capital: Stock de capital a precios PPP actuales (en millones de US\$ de 2011, en otras palabras, es el valor total de los activos (maquinarias edificios, infraestructura) que tiene un país ajustado para que se comparable con otros países y expresado en dólares constantes del año 2011, Depreciación, población (en millones), tasa bruta de natalidad, tasa de migración neta, tasa de mortalidad e Índice de capital humano: Basado en los años de escolaridad y el retorno a la educación.

Se agruparon a 23 paises de América Latina que son, (Argentina, Bolivia, Belice, Chile, Cuba, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Ecuador, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Trinidad y Tobago, El Salvador, Uruguay y Venezuela) en un periodo de 1950-2014, con datos de (Feenstra, Inklaar, & Timmer, 2015) Pen Word Table 9.0

3.3 Modelo de datos panel

Los datos panel son observaciones de un mismo corte seccional por varios periodos de tiempo. Otro término que se utilizan para este tipo de base de datos son observaciones longitudinales o repetidas.

Una ventaja de usar datos panel en estimaciones econométricas, es que se obtiene aumentos en la precisión de parámetros estimados, debido al gran número de observaciones utilizadas al combinar datos de corte seccional, con las series de tiempo. Sin embargo, ese beneficio solo se obtiene, si se corrige por cualquier tipo de correlación serial en las observaciones relacionadas con cualquier individuo. En este tipo de estructura de datos, además, se puede controlar por efectos individuales no observables, que pudieran causar sesgos en estimaciones con otro tipo de datos.

Dentro de los desarrollos econométricos con datos panel, en las últimas décadas, está la construcción de modelos uni-ecuaciones y modelos de vectores autorregresivos (PVAR).

Principales modelos y enfoques de estimación

Los datos panel son una estructura que contiene mucha información al contar con observaciones de unidades individuales a través de tiempo de la misma manera, modelara relaciones entre variables con este tipo de base de datos produce una matriz de varianza con covarianza de las variables consideradas que depende del tiempo y de las unidades particulares. Para algunos tipos de aplicaciones esa estructura de datos es la única que posibilita su examen, mientras que para otras el costo de aumentar su precisión se mide en términos de la complicación en los cálculos de los posibles estimadores que puedan ser utilizados. El modelo general de regresión con datos panel se puede representar de la siguiente manera:

$$y_{i,t} = \alpha_{i,t} + \beta_i t + \varepsilon_{i,t} \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (1)$$

Donde $y_{i,t}$ es la variable dependiente, $X_{i,t}$ es un vector de variables independientes ($K \times 1$), $\varepsilon_{i,t}$ es el elemento aleatorio, i se refiere a individuos hay N de ellos, y t se refiere a la serie de tiempos que llega hasta el periodo T . Las otras letras griegas representan los parámetros del modelo: $\alpha_{i,t}$ recoge los elementos particulares de los individuos que se presumen cambian a

través del tiempo y $\beta_i t$, muestra las pendientes de la ecuación, que son distintas para cada i y t .

El modelo (1) es muy general y no se puede estimar porque hay más parámetros (interceptos y pendientes para cada individuo y t que observaciones. La estimación requiere que se impongan restricciones sobre la forma que los parámetros varían con respecto a i y t , y sobre la naturaleza del elemento estocástico. Una forma de tratar este asunto es suponiendo que los interceptos cambian a través de los individuos, pero no las pendientes, en cuyo caso (1), sería.

$$y_i = \alpha_i + \beta_i t + \varepsilon_{i,t} \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad (2)$$

Para poder realizar la estimación de la ecuación es necesario suponer que el término aleatorio tiene media condicional, en los valores pasados, corrientes y futuros de las variables independientes, igual a cero. (Dicho supuesto descarta variables dependientes rezagadas y variables endógenas como regresoras), los interceptos (α_i) recogen elementos idiosincrásicos no observables que se presumen no dependen del tiempo. Si estos elementos son observables se puede modelar.

El objetivo principal de la estimación del modelo (2) es obtener estimaciones consistentes y eficientes de los efectos parciales de las variables independientes observables sobre las variables dependiente.

$$\beta = x = \frac{\partial E[\{Y_{i,t} | X_{i,t}\}]}{\partial X_{i,t}} \quad (3)$$

Se han desarrollado distintas variantes (estructuras) del modelo (2), de las cuales las más utilizadas son:

2.1.1.- Modelo de efectos fijos (FE). En dicho modelo se presume que las α_i son variables aleatorias no observables y que pudieran estar correlacionadas con las X 's. Si existiera dicha correlación y se estima el modelo como uno regular, usando los mínimos cuadrados ordinarios (MCO), con datos mixtos, los estimadores serían inconsistentes y sesgados, (omisión de variables). Por tanto, otros estimadores serán necesarios en paneles con T fija. El modelo FE puede representarse como (b).

2.1.2.- Modelo de efectos aleatorios (RE). Ese modelo parte del supuesto de que las a_i son variables aleatorias que no están correlacionadas con los regresoras. Se supone, además, que esas variables son independientes e idénticamente distribuidas (*i.i.d*) al igual que el término de error, aunque las dos distribuciones no tienen que ser las mismas.

2.1.3. - Regresión con datos mixtos. Si α_i , es una constante, se pueden colocar los datos de los individuos sobre otros, y realizar la estimación de (2) como se hace usualmente en los modelos de regresión lineal.

2.2.- Modelo de efectos aleatorios (RE)

La forma general por ese modelo está dada por:

$$y_{it} = \mu_i + \beta \times_{it} + a_i + \varepsilon_{i,t} \quad i = 1, 2, \dots, N; \quad t = 1, 2 \dots T, \quad (4)$$

En la ecuación (4) se supone que las a_i y $a_i + \varepsilon_{i,t}$ son realizaciones de procesos estocásticos independientes e idénticamente distribuidas (*i.i.d*) con distribución $(0, \sigma_a^2)$ y $(0, \sigma_\varepsilon^2)$, respectivamente, Además como se mencionó se asume que las a_i no están correlacionadas con las X' . El intercepto μ se incluye para normalizar los efectos aleatorios y que los mismos tengan media igual a cero. Tres métodos muy utilizados para estimar este modelo son:

- 1.- Los mínimos cuadrados generalizados (GLS).
- 2.- Estimadores de máxima verosimilitud (ML).
3. - El estimadores en las primeras diferencias.

En la ecuación (4) se supone que las a_i y $a_i + \varepsilon_{i,t}$ son realizaciones de procesos estocásticos independientes e idénticamente distribuidas (*i.i.d*) con distribución $(0, \sigma_a^2)$ y $(0, \sigma_\varepsilon^2)$, respectivamente, Además como se mencionó se asume que las a_i no están correlacionadas con las X' . El intercepto μ se incluye para normalizar los efectos aleatorios y que los mismos tengan media igual a cero. Tres métodos muy utilizados para estimar este modelo son:

- 1.- Los mínimos cuadrados generalizados (GLS).
- 2.- Estimadores de máxima verosimilitud (ML).
3. - El estimadores en las primeras diferencias.

Resultados

De la tabla 3.1 de estacionariedad en América Latina para el período 1950-2014, se presentan tres categorías en el total de las variables, por ello, es importante enunciar en primer término las siete variables económicas, en segundo lugar, tres variables demográficas y por último las dos restantes.

La primera categoría en relación las variables económicas; PIB real, PIB producto, PIB gasto, tasa de empleo, tasa de productividad total de los factores, Acervo de Capital y Depreciación, presentan uniformidad en las pruebas de estacionariedad en el escenario de baja varianza homogénea estacionaria con rompimientos y su baja varianza heterogénea como estacionaria con rompimientos para el caso de las variables demográficas los resultados son heterogéneos, se encuentra la segunda categoría: Población, tasa bruta de natalidad y migración neta, la conclusión es que su baja varianza homogénea es estacionaria con rompimientos y su baja varianza heterogénea es no estacionaria aun con rompimientos y la tercera categoría son: tasa de mortalidad y el índice de capital humano que concluye que su baja varianza homogénea es no estacionaria aun con rompimientos y su baja varianza heterogénea es no estacionaria aun con rompimientos.

En relación PIB real, en un periodo de 1951-2014 y de 19 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay, República Dominicana, El Salvador, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela).

Resultado que 14 países de América Latina que poseen tres rompimientos; Argentina en los años 1976, 1991 y 2000, Bolivia en 1962, 1975 y 1982, Brasil en 1964, 1976 y 1989, Chile en 1972, 1984 y 1998, Colombia 1969, 1981 y 1998, Ecuador 1972, 1981, y 1998, Guatemala 1962, 1978 y 1982, Nicaragua, 1963, 1978 y 1987, Panamá 1969, 1987 y 2001, Perú 1975, 1988 y 2000, Paraguay 1970, 1980 y 1972, República Dominicana 1964, 1975 y 1989, Trinidad y Tobago 1962, 1979 y 1991 y Uruguay 1972, 1981 y 2001.

En este sentido casi todos los países América Latina presentan 3 rompimientos excepto Costa Rica, Honduras y México con uno respectivamente.

Y la conclusión es que su varianza homogénea, es estacionaria con rompimientos y su varianza heterogénea, es estacionaria con rompimientos.

Tabla 3.1 Resultados de estacionariedad en América Latina Período 1950-2014.

Variable	Estadístico calculado	Estadístico crítico	Conclusión
1.- PIB real, 1951-2014 (19 países)			
Bajo varianza homogénea	8.90	10.69	Estacionaria con rompimientos
Bajo varianza heterogénea	12.42	14.07	Estacionaria con rompimientos
2.- PIB producto, 1951-2014 (18 países)			
Bajo varianza homogénea	1.32	9.70	Estacionaria con rompimientos
Bajo varianza heterogénea	7.01	12.88	Estacionaria con rompimientos
3.- PIB gasto, 1951-2014 (19 países)			
Bajo varianza homogénea	1.26	10.35	Estacionaria con rompimientos
Bajo varianza heterogénea	5.01	12.95	Estacionaria con rompimientos
4.- Empleo, 1951-2014 (14 países)			
Bajo varianza homogénea	10.46	13.09	Estacionaria con rompimientos
Bajo varianza heterogénea	10.80	17.07	Estacionaria con rompimientos
5.- Productividad total de factores, 1951-2014 (12 países)			
Bajo varianza homogénea	0.63	7.31	Estacionaria con rompimientos
Bajo varianza heterogénea	1.45	3.59	Estacionaria con rompimientos
6.- Tasa de acervo de capital, 1951-2014 (14 países)			
Bajo varianza homogénea	-0.49	0.95	Estacionaria con rompimientos
Bajo varianza heterogénea	0.292	0.95	Estacionaria con rompimientos
7.- Depreciación, 1951-2014 (19 países)			
Bajo varianza homogénea	-1.47	5.09	Estacionaria con rompimientos
Bajo varianza heterogénea	0.29	3.83	Estacionaria con rompimientos
8.- Población total, 1951-2014 (19 países)			
Bajo varianza homogénea	19.70	20.07	Estacionaria con rompimientos
Bajo varianza heterogénea	41.64	29.15	No estacionaria aun con rompimientos
9.- Tasa bruta de natalidad (20 países)			
Bajo varianza homogénea	4.85	9.85	Estacionaria con rompimientos
Bajo varianza heterogénea	15.70	11.69	No estacionaria aun con rompimientos
10.- Tasa de mortalidad, 1951-2014 (21 países)			
Bajo varianza homogénea	11.59	10.41	No estacionaria aun con rompimientos
Bajo varianza heterogénea	17.24	11.24	No estacionaria aun con rompimientos
11.- Migración neta, 1951-2014 (20 países)			
Bajo varianza homogénea	-0.91	5.99	Estacionaria con rompimientos
Bajo varianza heterogénea	5.77	4.16	No estacionaria aun con rompimientos
12.- Índice de capital humano, 1951-2014 (19 países)			

Bajo varianza homogénea	26.86	21.74	No estacionaria aun con rompimientos
Bajo varianza heterogénea	41.42	30.38	No estacionaria aun con rompimientos

Fuente: Elaboración personal con datos propios.

Rompimientos estructurales por variable y país en América Latina 1950-2014

Referente a la tabla 3.2 del PIB real para un periodo de 1951 a 2014 y en el estudio de 19 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay, República Dominicana, El Salvador, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela).

Son 14 países de América Latina que poseen tres rompimientos; Argentina en los años 1976, 1991 y 2000, Bolivia en 1962, 1975 y 1982, Brasil en 1964, 1976 y 1989, Chile en 1972, 1984 y 1998, Colombia 1969, 1981 y 1998, Ecuador 1972, 1981, y 1998, Guatemala 1962, 1978 y 1982, Nicaragua, 1963, 1978 y 1987, Panamá 1969, 1987 y 2001, Perú 1975, 1988 y 2000, Paraguay 1970, 1980 y 1972, República Dominicana 1964, 1975 y 1989, Trinidad y Tobago 1962, 1979 y 1991 y Uruguay 1972, 1981 y 2001.

Tabla 3.2 PIB real, años de rompimientos en América Latina 1950-2014.

País	Rompimientos	Años de rompimientos		
Argentina	3	1976	1991	2000
Bolivia	3	1962	1975	1987
Brasil	3	1964	1976	1989
Chile	3	1972	1984	1998
Colombia	3	1969	1981	1998
Costa Rica	1	1980		
República Dominicana	3	1964	1975	1989
Ecuador	3	1972	1981	1998
Guatemala	3	1962	1978	1987
Honduras	1	1976		
México	1	1982		
Nicaragua	3	1963	1978	1987
Panamá	3	1969	1987	2001
Perú	3	1975	1988	2000
Paraguay	3	1970	1982	1998
El Salvador	2	1979	1992	
Trinidad y Tobago	3	1962	1979	1991
Uruguay	3	1972	1981	2001
Venezuela	2	1979	2005	

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al PIB producto en un periodo de 1951 a 2014 y en el estudio de 18 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay, República Dominicana, El Salvador, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela).

Diez países de América Latina ostentan tres rompimientos, Argentina en los años 1986, 1995 y 2004, Bolivia 1962, 1987 y 1999, Chile 1973, 1985 y 1998, Colombia 1972, 1978 y 2000, República Dominicana 1972, 1982 y 1998, Ecuador, 1967, 1979 y 1998, México 1979, 1985 y 1994, Panamá 1969, 1978 y 2004, Perú 1976, 1998 y 2000, Paraguay 1969, 1982 y 1998 y Trinidad y Tobago 1964, 1982 y 1994.

Tabla 3.3 PIB producto, años de rompimientos en América Latina 1950-2014.

País	Rompimientos	Años de rompimientos		
Argentina	3	1986	1995	2004
Bolivia	3	1962	1987	1999
Brasil	2	1971	2001	
Chile	3	1973	1985	1998
Colombia	3	1966	1978	2000
Costa Rica	1	1981		
República Dominicana	3	1972	1982	1998
Ecuador	3	1967	1979	1988
Guatemala	1	1975		
México	3	1979	1985	1994
Nicaragua	2	1978	1987	
Panamá	3	1969	1987	2004
Perú	3	1976	1988	2000
Paraguay	3	1969	1982	1998
El Salvador	2	1979	1991	
Trinidad y Tobago	3	1964	1982	1994
Uruguay	2	1982	2001	
Venezuela	2	1973	2004	

Fuente: Elaboración propia.

En relación a la variable PIB gasto en un periodo de 1951-2014 y en la observación de 19 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay, República Dominicana, El Salvador, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela se encontró que nueve países exhibieron tres rompimientos en América Latina; Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay y Uruguay).

El primero en los años 1973, 1985 y 1998, el segundo en 1966, 1978 y 2001, el cuarto en 1962, 1976 y 1978, el quinto en 1963, 1978 y 1987, el sexto en 1969, 1978, y 2000, el séptimo en 1975, 1998 y 2000, el octavo en 1967, 1983 y 1998 y el noveno en 1982, 1995 y 2004.

Tabla 3.4 PIB gasto, años de rompimientos en América Latina 1950-2014.

País	Rompimientos	Años de rompimientos		
Argentina	2	1988	1998	
Bolivia	2	1962	1987	
Brasil	2	1971	2001	
Chile	3	1973	1985	1998
Colombia	3	1966	1978	2000
Costa Rica	1	1980		
República Dominicana	2	1972	1992	
Ecuador	3	1973	1982	2001
Guatemala	3	1962	1976	1986
Honduras	2	1976	1984	
México	2	1979	1988	
Nicaragua	3	1963	1978	1987
Panamá	3	1969	1987	2000
Perú	3	1975	1988	2000
Paraguay	3	1967	1982	1998
El Salvador	2	1980	1992	
Trinidad y Tobago	2	1979	1994	
Uruguay	3	1982	1995	2004
Venezuela	2	1981	2004	

Fuente: Elaboración propia.

Referente a la variable Empleo en un periodo de 1951-2014 y en el análisis de 14 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Perú, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela).

Únicamente dos países de América Latina (República Dominicana y México) enseñan cuatro rompimientos el primero se describe a los años 1960, 1979, 1991 y 2000 y el segundo los años 1960, 1969, 1980 y 2000.

Tabla 3.5.- Empleo, años de rompimientos en América Latina 1950-2014.

País	Rompimientos	Años de rompimientos			
Argentina	3	1979	1994	2003	
Bolivia	3	1962	1974	1989	
Brasil	3	1972	1987	1999	
Chile	2	1984	1998		
Colombia	3	1964	1982	1997	
Costa Rica	3	1963	1980	1992	
República Dominicana	4	1960	1979	1991	2000
Ecuador	3	1968	1991	2003	
Guatemala	3	1970	1984	2005	
México	4	1960	1969	1980	2000
Perú	3	1969	1985	1994	
Trinidad y Tobago	3	1976	1986	2003	
Uruguay	3	1978	1990	2002	
Venezuela	2	1975	1995		

Fuente: Elaboración propia.

Relativo a la producción total de los factores real en un periodo de 1950-2014 de 12 países de América Latina, (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Panamá, Perú, Paraguay, República Dominicana y Uruguay), tres países tienen cuatro rompimientos que son: Ecuador en los años 1960, 1972, 1982 y 1998, México en 1956, 1963, 1984 y 1994 y Paraguay en 1959, 1981, 1991 y 2005.

Tabla 3.6 Producción total de factores, real, años de rompimientos en América Latina 1950-2014.

País	Rompimientos	Años de rompimientos			
Argentina	3	1964	1980	2005	
Bolivia	2	1962	1983		
Brasil	1	1962			
Chile	2	1972	1991		
Colombia	2	1968	1950		
Costa Rica	2	1964	1981		
República Dominicana	3	1959	1969	1984	
Ecuador	4	1960	1972	1982	1998
Guatemala	3	1959	1968	1981	
México	4	1956	1963	1984	1994
Panamá	3	1960	1979	1988	
Paraguay	4	1959	1981	1991	2005

Fuente: Elaboración propia.

En relación a la gráfica 3.7 Acervo de capital, en un periodo de 1950-2014 en el análisis de 14 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, Guatemala, México, Perú, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela), se encontró que los países que muestran cuatro rompimientos en América Latina son Argentina y México, para el primero se refiere a los años 1966, 1980, 1990 y 2001 y al segundo los años 1979, 1986, 1994 y 2008.

Tabla 3.7 Acervo de capital, años de rompimientos en América Latina 1950-2014.

País	Rompimientos	Años de rompimientos			
Argentina	4	1966	1980	1990	2001
Bolivia	2	1982	1999		
Brasil	1	1982			
Chile	3	1972	1984	1998	
Colombia	3	1970	1982	1998	
Costa Rica	3	1962	1980	1999	
República Dominicana	2	1973	2005		
Ecuador	3	1973	1982	1998	
Guatemala	3	1964	1982	1998	
México	4	1979	1986	1994	2008
Perú	2	1975	2005		
Trinidad y Tobago	2	1982	1991		
Uruguay	3	1968	1982	2000	
Venezuela	2	1978	2002		

Fuente: Elaboración propia.

En relación a la depreciación en un periodo de 1950-2014 y en el estudio de 19 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay, El Salvador, República Dominicana, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela), se encontró que nueve países exhiben tres rompimientos en América Latina, Argentina en 1959, 1968 y 1979, Chile en 1962, 1974 y 1990, Ecuador en 1959, 1982 y 1991, Honduras en 1966, 1973 y 1995, Nicaragua 1959, 1985 y 2005, Perú 1962, 1989 y 2001, Paraguay 1966, 1982 y 1994, República Dominicana 1971, 1990 y 2003 y por último Venezuela 1960, 1986 y 1997.

Tabla 3.8 Depreciación, años de rompimientos en América Latina 1950-2014.

País	Rompimientos	Años de rompimientos		
Argentina	3	1959	1968	1979
Bolivia	1	2002		
Brasil	2	1969	1985	
Chile	3	1962	1974	1990
Colombia	2	1962	1974	
Costa Rica	2	1970	1995	
República Dominicana	3	1971	1990	2003
Ecuador	3	1959	1982	1991
Guatemala	2	1961	2000	
Honduras	3	1966	1973	1995
México	2	1965	2003	
Nicaragua	3	1959	1985	2005
Panamá	2	1969	1993	
Perú	3	1962	1989	2001
Paraguay	3	1966	1982	1994
El Salvador	2	1964	1984	
Trinidad y Tobago	2	1962	1984	
Uruguay	1	1964		
Venezuela	3	1960	1986	1997

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la población en un período de 1950-2014 y en un conjunto de 19 países (Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay, República Dominicana, El Salvador, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela), se encontró que existen datos interesantes; por ejemplo, el país de Honduras presenta ocho rompimientos en los años 1959, 1968, 1974, 1983, 1989, 1990, 1995, 2001 y 2008, cabe destacar, que este ejercicio econométrico es el único país que cumple uno de los supuestos del modelo de hasta ocho rompimientos estructurales.

En una segunda categoría se encontró que, Ecuador, República Dominicana y Venezuela ostentan cinco rompimientos; Ecuador en los años 1959, 1971, 1980, 1990 y 1989, República Dominicana 1967, 1976, 1985, 1994 y 2005 y Venezuela fueron en los años 1960, 1970, 1982, 1992 y 2003.

Tabla 3.9 Población total, años de rompimientos en América Latina 1950-2014.

País	Rompimientos	Años de rompimientos			
Argentina	4	1959	1972	1989	1998
Bolivia	3	1967	1984	2002	
Brasil	3	1969	1986	2002	
Chile	2	1968	1997		
Colombia	3	1968	1988	2001	
Costa Rica	3	1966	1988	2000	
República Dominicana	5	1967	1976, 1985	1994	2005
Ecuador	5	1959	1971, 1980	1990	1989
Guatemala	4	1962	1971	1983	2005
Honduras	8	1959	1968, 1974, 1983	1989, 1995, 2001	2008
México	3	1976	1985	1996	
Nicaragua	4	1975	1984	1996	2005
Panamá	3	1962	1978	1998	
Perú	3	1964	1981	1994	
Paraguay	3	1976	1990	2002	
El Salvador	3	1969	1981	1997	
Trinidad y Tobago	3	1963	1975	1987	
Uruguay	4	1959	1968	1977	2000
Venezuela	5	1960	1970, 1982	1992	2003

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la gráfica 3.9 Tasa cruda de natalidad, el estudio de 20 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana El Salvado, Uruguay y Venezuela) el país de Cuba presenta cuatro rompimientos en los años 1959, 1974 y 1984 y en una segunda categoría tres países muestran rompimientos en América Latina, Argentina en 1967, 1979 y 1994, Nicaragua, 1959, 1984 y 1994, Paraguay 1969, 1984, y 1994, El Salvador 1964, 1979 y 1999, Uruguay 1964,1979 1999 y Venezuela 1960, 1969 y 1989..

Tabla 3.10 Tasa cruda de natalidad, años de rompimientos en América Latina 1950-2014.

País	Rompimientos	Años de rompimientos			
Cuba	4	1959	1974	1984	2004
República Dominicana	1	1969			
Haití	2	1969	1984		
Costa Rica	2	1964	1994		
El Salvador	3	1964	1979	1999	
Guatemala	1	1999			
Honduras	2	1979	2004		
México	1	1974			
Nicaragua	3	1959	1984	1994	
Panamá	2	1964	1979		
Argentina	3	1967	1979	1994	
Bolivia	2	1984	2004		
Brasil	1	1984			
Chile	2	1969	1994		
Colombia	2	1969	1984		
Ecuador	2	1969	1999		
Paraguay	3	1969	1984	1999	
Perú	2	1964	1994		
Uruguay	3	1964	1979	1994	
Venezuela	3	1960	1969	1989	

Fuente: Elaboración propia.

Referente a la tasa de mortalidad en un periodo de 1950-2014 y en el análisis de 21 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, El Salvador, Uruguay y Venezuela) se halló que los países que presentan cuatro rompimientos en una primera categoría son: Argentina y Paraguay, el primero ocurren en los años 1959, 1968, y 1979, el segundo en los años 1959, 1969, 1989 y 1999 y en una segunda categoría con tres rompimientos se encuentra: Puerto Rico en los años 1962, 1974, y 1989 y Uruguay en los años 1959, 1969 y 1994.

Tabla 3.11 Tasa de mortalidad, años de rompimientos en América Latina 1950-2014.

País	Rompimientos	Años de rompimientos			
Cuba	2	1976	1994		
República Dominicana	2	1969	1989		
Jamaica	2	1974	1997		
Puerto Rico	3	1962	1974	1989	
Costa Rica	1	1985			
El Salvador	1	1989			
Guatemala	1	1994			
Honduras	2	1979	1994		
México	1	1992			
Nicaragua	1	1989			
Panamá	2	1974	1991		
Argentina	4	1959	1968	1979	1994
Bolivia	1	1979			
Brasil	2	1964	1999		
Chile	2	1974	1995		
Colombia	1	1979			
Ecuador	1	1989			
Paraguay	4	1959	1969	1989	1999
Perú	2	1969	1999		
Uruguay	3	1959	1969	1994	
Venezuela	2	1969	1997		

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la tasa de migración neta en un periodo de 1950-2014 y en el análisis de 20 países, (Argentina, Belice, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, Haití, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay, República Dominicana, El Salvador, y Venezuela), se halló que los países que presentan cuatro rompimientos de América Latina Nicaragua y Venezuela para el primero se refiere a los años 1964, 1974, 1994 y 2008, para el segundo corresponde a los años 1969, 1979, 1989 y 2008 y el tercero en los años 1959, 1979, 1988.

Tabla 3.12 Tasa de migración neta, años de rompimientos en América Latina 1950-2014.

País	Rompimientos	Años de rompimientos			
Cuba	3	1959	1969	1984	
República Dominicana	3	1964	1979	1999	
Haití	2	1969	1999		
Belice	3	1969	1981	1994	
Costa Rica	2	1989	2001		
El Salvador	1	1974			
Guatemala	2	1969	2004		
Honduras	3	1959	1994	2004	
México	4	1964	1974	1994	2004
Nicaragua	4	1969	1979	1989	2008
Panamá	4	1959	1979	1989	1999
Argentina	1	1974			
Bolivia	3	1978	1990	2002	
Chile	3	1962	1984	1999	
Colombia	3	1974	1986	1999	
Ecuador	1	1994			
Paraguay	3	1964	1979	2002	
Perú	4	1969	1984	1994	2004
Uruguay	2	1969	1978		
Venezuela	1	1959			

Fuente: Elaboración propia.

En relación al Índice de capital humano en un periodo de 1950 a 2014 y en la observación de 19 países; (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay, República Dominicana, El Salvador, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela), los resultados fueron que cuatro países presentan cinco rompimientos en América Latina, Ecuador, Honduras, México y Uruguay, Ecuador en los años 1959, 1969, 1973, 1996 y 2005, Honduras 1960, 1970, 1987, 2000 y 2008, México 1959, 1969, 1980, 1989 y 2001 y Uruguay 1965, 1974, 1984, 1993 y 2002.

Tabla 3.13 Índice de capital humano, resumen de rompimientos y años América Latina 1950-2014.

País	Rompimientos	Años de rompimientos			
Argentina	4	1971	1981	1991	2001
Bolivia	3	1969	1981	2002	
Brasil	3	1967	1979	1998	
Chile	3	1962	1974	1987	
Colombia	3	1962	1978	1990	
Costa Rica	3	1968	1990	2002	
República Dominicana	4	1961	1970	1996	2005
Ecuador	5	1959	1969, 1979	1996	2004
Guatemala	4	1973	1982	1996	2005
Honduras	5	1960	1970, 1987	2008	2008
México	5	1959	1969, 1980	1989	2001
Nicaragua	4	1959	1968	1978	2003
Panamá	3	1968	1980	1996	
Perú	3	1966	1990	2002	
Paraguay	3	1972	1989	2001	
El Salvador	3	1969	1981	2002	
Trinidad y Tobago	3	1969	1985	2002	
Uruguay	5	1965	1974, 1984	1998	2002
Venezuela	4	1970	1980	1989	2005

Fuente: Elaboración propia.

Resultados generales

Respecto al resumen del estadístico, las 12 variables del modelo presentan tres categorías de estacionariedad.

1.- La primera en relación a las variables económicas; PIB real, PIB producto, PIB gasto, Empleo, PTF real, Acervo de Capital y la Depreciación, donde presentan uniformidad en las pruebas de estacionariedad en el escenario de baja varianza homogénea estacionaria con rompimientos y su baja varianza heterogénea como estacionaria con rompimientos, para el caso de las variables demográficas los resultados son heterogéneos.

2.- La segunda categoría corresponde a las variables población, tasa cruda de natalidad y tasa de migración neta la conclusión es que su baja varianza homogénea es estacionaria con rompimientos y su baja varianza heterogénea es no estacionaria aun con rompimientos

3.- La tercera categoría son: tasa de mortalidad y el índice de capital humano que concluye que su baja su baja varianza homogénea es no estacionaria aun con rompimientos y su baja varianza heterogénea es no estacionaria aun con rompimientos.

Lo correspondiente a los rompimientos estructurales en América Latina se destaca que en la variable PIB real, son 14 países de América Latina que poseen tres rompimientos; Argentina en los años 1976, 1991 y 2000, Bolivia en 1962, 1975 y 1982, Brasil en 1964, 1976 y 1989, Chile en 1972, 1984 y 1998, Colombia 1969, 1981 y 1998, Ecuador 1972, 1981, y 1998, Guatemala 1962, 1978 y 1982, Nicaragua, 1963, 1978 y 1987, Panamá 1969, 1987 y 2001, Perú 1975, 1988 y 2000, Paraguay 1970, 1980 y 1972, República Dominicana 1964, 1975 y 1989 Trinidad y Tobago 1962, 1979 y 1991 y Uruguay 1972, 1981 y 2001.

En este sentido casi todos los países de América Latina presentan 3 rompimientos, excepto Costa Rica, Honduras y México con uno respectivamente.

Respecto al PIB producto, diez países de América Latina ostentan tres rompimientos, Argentina en los años 1986, 1995 y 2004, Bolivia 1962, 1987 y 1999, Chile 1973, 1985 y 1998, Colombia 1972, 1978 y 2000, República Dominicana 1972, 1982 y 1998, Ecuador, 1967, 1979 y 1998, México 1979, 1985 y 1994, Panamá 1969, 1978 y 2004, Perú 1976, 1998 y 2000, Paraguay 1969, 1982 y 1998 y Trinidad y Tobago 1964, 1982 y 1994.

En la variable económica PIB gasto se encontró que nueve países exhibieron tres rompimientos en América Latina; Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, Nicaragua, Panamá, Perú, Paraguay y Uruguay.

El primero en los años 1973, 1985 y 1998, el segundo en 1966, 1978 y 2001, el cuarto en 1962, 1976 y 1978, el quinto en 1963, 1978 y 1987, el sexto en 1969, 1978, y 2000, el séptimo en 1975, 1998 y 2000, el octavo en 1967, 1983 y 1998 y el noveno en 1982, 1995 y 2004.

Referente a la variable empleo únicamente dos países de América Latina (República Dominicana y México) enseñan cuatro rompimientos el primero se describe a los años 1960, 1979, 1991 y 2000 y el segundo los años 1960, 1969, 1980 y 2000.

Relativo al PTF real, tres países de América Latina tienen cuatro rompimientos que son: Ecuador en los años 1960, 1972, 1982 y 1998, México en 1956, 1963, 1984 y 1994 y Paraguay en 1959, 1981, 1991 y 2005.

En relación al acervo de capital, se encontró que los países que muestran 4 rompimientos en América Latina son Argentina y México, para el primero se refiere a los años 1966, 1980, 1990 y 2001 y al segundo los años 1979, 1986, 1994 y 2008 y su conclusión es que su varianza homogénea y heterogénea es estacionaria con rompimientos respectivamente.

En la variable depreciación se encontró que nueve países exhiben tres rompimientos en América Latina, Argentina en 1959, 1968 y 1979, Chile en 1962, 1974 y 1990, Ecuador en 1959, 1982 y 1991, Honduras en 1966, 1973 y 1995, Nicaragua 1959, 1985 y 2005, Perú 1962, 1989 y 2001, Paraguay 1966, 1982 y 1994, República Dominicana 1971, 1990 y 2003 y por último Venezuela 1960, 1986 y 1997.

Respecto a la variable demográfica población se encontró que existen datos interesantes; por ejemplo, el país de Honduras presenta ocho rompimientos en los años 1959, 1968, 1974, 1983, 1989, 1989, 1995, 2001 y 2008, cabe destacar, que este ejercicio econométrico es el único país que cumple uno de los supuestos del modelo de hasta ocho rompimientos estructurales.

En una segunda categoría los resultados son que, Ecuador, República Dominicana y Venezuela ostentan cinco rompimientos; Ecuador en los años 1959, 1971, 1980, 1990 y 1989, República Dominicana 1967, 1976, 1985, 1994 y 2005 y Venezuela fueron en los años 1960, 1970, 1982, 1992 y 2003.

Respecto a la tasa cruda de natalidad, el país de Cuba presenta cuatro rompimientos en los años 1959, 1974 y 1984 y en una segunda categoría tres países revelan rompimientos en América Latina, Argentina en 1967, 1979 y 1994, Nicaragua, 1959, 1984 y 1994, Paraguay 1969, 1984, y 1994, El Salvador 1964, 1979 y 1999, Uruguay 1964, 1979 1999 y Venezuela 1960, 1969 y 1989.

Referente a la tasa de mortalidad se halló que los países que presentan cuatro rompimientos en una primera categoría son: Argentina y Paraguay, el primero ocurren en los años 1959, 1968, y 1979, el segundo en los años 1959, 1969, 1989 y 1999 y en una segunda categoría con tres rompimientos se encuentra: Puerto Rico en los años 1962, 1974, y 1989 y Uruguay en los años 1959, 1969 y 1994.

Respecto a la migración neta se halló que dos países que presentan cuatro rompimientos de América Latina son Nicaragua y Venezuela para el primero se refiere a los años 1964, 1974, 1994 y 2008, para el segundo corresponde a los años 1969, 1979, 1989 y 2008 y el tercero en los años 1959, 1979, 1988 y 1999.

En relación al índice de capital humano los resultados fueron que cuatro países presentan cinco rompimientos en América Latina Ecuador, Honduras, México y Uruguay, Ecuador en los años 1959, 1969, 1973, 1996 y 2005, Honduras 1960, 1970, 1987, 2000 y 2008, México 1959, 1969, 1980, 1989 y 2001 y Uruguay 1965, 1974, 1984, 1993 y 2002.

Respecto a los supuestos del modelo econométrico, referente a la particularidad número dos de la versión panel de la prueba univariada de Kwiatkowski, Phillips, Schmidt y Shin (KPSS) se comprueba que la hipótesis nula *es de estacionariedad con hasta ocho rompimientos estructurales* y efectivamente el país de Honduras en la variable demográfica “tasa de población” donde se confirma ese supuesto.

La técnica estadística de la prueba tiene muy alta potencia o probabilidad de rechazar una hipótesis nula falsa, al respecto esta investigación lo cumple ya que ninguna de las *variables (PIB real, PIB producto, PIB gasto, Empleo, PTF real, AC, Depreciación, TP, TBN, TM, TMN e IDC)* de los 23 países de América Latina está en esa particularidad en ese supuesto del modelo.

El ejercicio estadístico de modular cada una de las variables permite al investigador repensar que son otras u otra las variables que dan respuesta a la causalidad, entre el crecimiento económico y el crecimiento poblacional y que la economía y la demografía no lo proporciona.

En esta versión se consideran rompimientos que afectan la media y la tendencia, mismo que se manifestaron en cada una de las variables económicas y demográficas.

Cada país de América Latina (Argentina, Bolivia, Belice, Chile, Cuba, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Ecuador, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, República Dominicana, Trinidad y Tobago, El Salvador, Uruguay y Venezuela), dentro de la técnica de datos panel, puede tener un número diferente de rompimientos ubicados en fechas distintas y en cada una de las doce variables hubo al menos un rompimiento, es decir, se comprueba la particularidad número seis del supuesto del modelo.

Referido a la prueba, los resultados del modelo de panel con múltiples rompimientos tienen una distribución límite normal y funciona bien en muestras finitas, en razón de cada una de las variables cumplieron con esta característica, además, coincide como se planteó en una serie de tiempo que va del año 1950 a 2014.

Conclusiones

Este capítulo se propuso analizar conceptos clave como la estacionariedad de las series y aplicar una prueba de estacionariedad con rompimientos múltiples a 12 variables en 23 países de América Latina para el período 1950-2014.

La importancia de la estacionariedad y los rompimientos se justificó que la determinación de la estacionariedad y la presencia de rompimientos estructurales es crucial para evitar estimaciones econométricas espurias o falsas y asegurar la validez y capacidad de pronóstico de los modelos. Estos fueron los resultados de estacionariedad por categoría:

1. Variables económicas (PIB real, PIB producto, PIB gasto, Empleo, PTF real, Acervo de Capital y Depreciación): Mostraron uniformidad, resultando estacionarias con rompimientos tanto en el escenario de baja varianza homogénea como heterogénea.
2. Variables demográficas mixtas (Población total, Tasa Bruta de Natalidad y Migración Neta): Estacionarias con rompimientos bajo varianza homogénea, pero no estacionarias aun con rompimientos bajo varianza heterogénea.

3. Variables demográficas no estacionarias (Tasa de Mortalidad e Índice de Capital Humano): Resultaron no estacionarias aun con rompimientos en ambos escenarios (baja varianza homogénea y heterogénea).

Evidencia de rompimientos múltiples: La aplicación de la prueba de Carrion-i-Silvestre (que considera hasta ocho rompimientos) reveló la existencia de múltiples rompimientos en las series.

a) El caso más notable es Honduras en la variable Población Total, que presentó ocho rompimientos estructurales en el período de estudio, cumpliendo uno de los supuestos máximos del modelo.

b) En la variable PIB real, 14 de los 19 países analizados presentaron tres rompimientos.

A manera de conclusión metodológica se afirma que los análisis deben usar metodología estadística más robusta que facilite el análisis y la comprobación científica. La aglomeración de América Latina resulta compleja debido a su heterogeneidad en procesos históricos, movimientos económicos y transiciones demográficas.

Reflexiones

El resultado de incluir 12 variables de dimensiones económicas y demográficas, para un grupo de 24 países de América Latina en un periodo de 63 años, arroja una gran diversidad de información, misma que invita a la reflexión, y desde luego se transporta a pluralidad de interpretaciones ya que aunque sea un solo continente, encontramos que la región existen subregiones y es heterogénea, ya que no es lo mismo los países del Norte de América, Centroamérica, el Caribe y Sudamérica y que cada uno de estos, tienen su propio proceso histórico diferente de conformación como nación, pero además, esta región del mundo presenta movimientos económicos recurrentes, en el aspecto demográfico no es la excepción, a decir verdad, en la dimensión poblacional cada país vivió su propia transición demográfica en diferentes momentos, así como, el diseño e implementación de sus políticas demográficas que limitaron el crecimiento demográfico en el siglo pasado.

Se insiste que aglomerar a América latina en una investigación de esta magnitud resulta un tema abundante, pero a la vez complejo, aunque la mayoría de los países que la integran comparten cultura, lengua y religión, entre otras características, la realidad es que la diversidad es muy

amplia y heterogénea y cada país tiene sus propias tipologías en la construcción de su dimensión del comportamiento entre lo económico y lo demográfico,

En el tema de las políticas demográficas en crecimiento poblacional en América latina, es un elemento que es trascendental y que en el cuerpo del documento no se hace mención, pero sería importante revisar en qué momento lo implantaron y que consecuencia dieron pauta a la reducción del crecimiento demográfico en esta región particularmente.

En relación al crecimiento económico la tendencia marca que va en aumento, pero por el otro lado el crecimiento poblacional está limitado y cada día existen menos remplazos de población.

Ahora bien, realizar este tipo de análisis econométrico, nos permite comprender la relación que existe entre el crecimiento económico y el crecimiento poblacional e indudablemente se enriquece al incluir mayor número de variables y desde luego, busca tener argumentos más robustos del nexo causal entre estas dos grandes dimensiones.

Esta gran cantidad de resultados se pudiera apreciar a detalle, si se analizará y se estudiaría por cada país o de manera independiente y este hallazgo quizás nos respondería a múltiples dudas o en su defecto sería significativa; sería interesante hacer un ejercicio de un estudio comparativo entre dos países que se encuentren homogéneamente en situaciones económicas y demográficas con características similares entre las variables objeto de estudio de esta investigación y porque no, en lo subsecuente, intentar investigar las causas de cada una de las variables que se cree que se aglutino dentro del crecimiento económico y el crecimiento poblacional, ya que, de acuerdo a las pruebas de estacionariedad y rompimientos se detectó el tiempo preciso que ocurrió un rompimiento y es allí donde se abra una oportunidad de futuras investigaciones de identificar si la causalidad que origino está dentro o no del terreno económico o demográfico, ya que la causalidad puede ser otra que no se planteó y que esta causa sea el efecto del suceso.

Es por ello que, es importante destacar que las relaciones entre el crecimiento económico y el crecimiento poblacional en América Latina deben ser analizados con metodología estadística más robusta, en ese sentido, la econometría nos facilita el análisis y la comprobación científica e invita a los estudios demográficos a tender puentes de una lógica más allá de relación o correlación, buscar el efecto de las causas y lo más importante tener un sentido de abstracción

para identificar la causalidad, aunque sea otra variable la que determine la causalidad entre estas dos grandes dimensiones que tal parece omite los estudiosos de la población.

Por último, quizá otro componente, que nos puede dar una aproximación a las respuestas de los rompimientos estructurales, es la inestabilidad política que ha imperado en la región en el siglo XX y principios del XXI, ya que la gran mayoría de estos países de América Latina han sufrido golpes de estado tanto duros como blandos y que hasta la actualidad han persistido verbigracia, el caso de Honduras es uno de los países que han sufrido varios de ellos desde su independencia hasta principios de este siglo y el no muy reciente en el año 2022 en Bolivia donde el primer mandatario tuvo que salir huyendo de su país.

Capítulo IV. Relación de Largo y Corto Plazo entre el PIB per cápita y la Población, México, 1950-2014: Una Perspectiva no Lineal.

Introducción

Cuando se estudia la relación entre el crecimiento poblacional y el crecimiento económico, es fácil confundirse e interpretar erróneamente y afirmar que una variable cause a la otra, el tema parece sencillo, sin embargo “*una medida de asociación lineal entre dos variables no implica una relación causa-efecto*” (GUJARATI & PORTER, 2010, pág. 19), de la misma forma Kendall advierte que “*una relación estadística por más fuerte que sea, nunca podrá establecer una conexión causal; nuestras ideas de causalidad deben provenir de estadísticas externas*”; (tal aseveración queda para la reflexión tomar decisiones apresuradas en la estadística), al respecto (GUJARATI & PORTER, 2010, pág. 20) expone “*lo que se debe notar es que una relación estadística por sí misma no puede, por lógica, implicar causalidad. Para aducir causalidad se debe acudir a consideraciones a priori o teóricas*”, y este último planteamiento es importante a la hora de realizar las variables, es decir, conocer otros factores.

Para esto, una de las herramientas que intenta identificar las relaciones de causa y efecto, son las pruebas de causalidad de Granger, que ayuda a identificar el comportamiento de una variable y decir si es estacionaria para el econométrico (GUJARATI & PORTER, 2010, pág. 653) prefiere el término precedencia en vez de causalidad. Gujarati.

Francis Diebol (GUJARATI & PORTER, 2010, pág. 653) se inclina más por la prueba de causalidad predictiva “acuña el término de causalidad predictiva, y el término parece más apropiado ya que mide las pruebas de valores pasados, que contienen información para medir otra”. Aclara la causalidad agregar la prueba de Granger o no causalidad de Granger solamente se aplica a series estacionarias; aun así, también existen series no estacionarias para las cuales buscan la causalidad, en cuyo caso debe aplicarse la prueba de causalidad de Toda Yamamoto o bien (Lutkepohl, 2005). No obstante, un conjunto de series no suele ser todas estacionarias o bien no estacionarias, sino que pueden tener diferente orden es por ello que no se puede ser causalidad de Granger ni Toda Yamamoto. (Giles, 2013)

Justificación

Esta propuesta econométrica es importante porque en múltiples ocasiones no se han establecido o definido estas características de estacionariedad o no, con o sin rompimientos y ello debilita la validez de las conclusiones, o bien porque se han aplicado técnicas econométricas incorrectas al tipo de series temporales presentes en el estudio, al respecto se plantea la siguiente pregunta:

¿Por qué es importante y para qué sirve establecer una relación de largo plazo entre series temporales poblacionales y series económicas de diferentes órdenes de integración?

Porque admite contar con cantidad de fundamentos teóricos como empíricos y establecer una relación de largo plazo entre variables demográficas y económicas que permite:

- a) Analizar causalidad o precedencia econométrica entre las variables (por ejemplo, si la dinámica poblacional impulsa el crecimiento económico o viceversa);
- b) Cuantificar relaciones estructurales estables en el tiempo;
- c) Determinar si los choques demográficos generan efectos permanentes o transitorios sobre la economía;
- d) Evaluar la dirección, magnitud y signo (directo o inverso) del impacto demográfico sobre las variables económicas clave.

Ahora bien, cuando las series tienen diferentes órdenes de integración, es posible examinar estas relaciones mediante técnicas como los Modelos Autorregresivos con Retardos Distribuidos (ARDL).

Dichos modelos permiten identificar la dinámica de corto plazo que ajusta las desviaciones respecto al equilibrio de largo plazo y cuantificar elasticidades de corto y largo plazo entre las variables, proporcionando así una comprensión integral de la interacción entre los fenómenos demográficos y económicos.

Supongamos que tenemos un conjunto de variables de series temporales y queremos modelar la relación entre ellas, teniendo en cuenta las raíces unitarias y/o la cointegración asociada con los datos. Primero, tener en cuenta que hay tres situaciones sencillas que vamos a dejar de lado,

porque se pueden tratar de manera estándar:

1. Sabemos que todas las series son $I(0)$ y, por lo tanto, estacionarias. En este caso, podemos simplemente modelar los datos en sus niveles, utilizando la estimación de OLS, por ejemplo.
2. Sabemos que todas las series están integradas del mismo orden (*por ejemplo*, $I(1)$), pero *no* están cointegradas. En este caso, podemos diferenciar (apropiadamente) cada serie y estimar un modelo de regresión estándar usando OLS.
3. Sabemos que todas las series están integradas en el mismo orden y *están cointegradas*. En este caso, podemos estimar dos tipos de modelos: (i) Un modelo de regresión OLS utilizando los *niveles* de los datos. Esto proporcionará la relación de equilibrio a largo plazo entre las variables. ii) Un modelo de corrección de errores (ECM), estimado por OLS. Este modelo representará la dinámica a corto plazo de la relación entre las variables.

Ahora, volvamos a la situación más complicada mencionada anteriormente. *Algunas* de las variables en cuestión *pueden ser* estacionarias, otras *pueden ser* $I(1)$ o incluso integradas fraccionalmente, y también existe la *posibilidad* de cointegración entre algunas de las variables $I(1)$. En otras palabras, las cosas simplemente no son tan "claras" como en las tres situaciones mencionadas anteriormente. (Giles, 2013) parte II- pruebas de límites.

Y también están las series fraccionalmente integradas, conocidas como series de "larga memoria" o de integración fraccional: un valor no entero del parámetro de integración que implica que la serie no es ni $I(0)$ ni $I(1)$, sino $I(d)$, $0 < d < 1$.

A toda esta complejidad se une el que las series temporales suelen presentar rompimientos estructurales, ya sea uno o varios. Un rompimiento estructural (o cambio estructural) en series de tiempo es un cambio inesperado e instantáneo en los patrones de una serie de datos, que ocurre debido a un evento específico y altera el modelo de generación de datos subyacente, a estos se les llama rompimientos repentinos; pero también puede haber rompimientos graduales, que se dan poco a poco. A los rompimientos estructurales repentinos se les llama outliers aditivos, mientras que los graduales se les llama outliers innovativos.

El primer trabajo que identifica los efectos de un rompimiento sobre las pruebas de raíz unitaria fue elaborado por (Perron, 1989) donde encuentra la presencia de uno o más rompimientos lleva a que pruebas de raíz unitaria del tipo Dickey-Fuller (como la Dickey-Fuller Aumentada y la Phillips-Perron) sesguen los resultados hacia la decisión de “No rechazar” la hipótesis nula de serie no estacionaria o la presencia de una raíz unitaria, cuando la serie presenta esta ruptura estructural (Pena Trapero, Estavillo Dorado, Galindo Frutos, Leceta Rey, & Zamora Sanz, 1999). “Una debilidad bien conocida de la prueba de raíz unitaria de estilo “Dickey-Fuller” con $I(1)$ como hipótesis nula es su potencial confusión de rupturas estructurales en la serie como evidencia de no estacionariedad.”

Esta investigación de (Perron, 1989)) fue criticada porque exógenamente se determinó la fecha de rompimiento. Para solventar esta dificultad (Zivot & Andrews, 1992) diseñaron una prueba que determina endógenamente la fecha de un rompimiento que se presenta en algunas series para determinar el rompimiento relacionado con la Gran Depresión de la década de 1930 y las crisis del precio del petróleo de la década de 1970. Esta prueba permite una única ruptura estructural en la intersección y/o la tendencia de la serie, determinada mediante una maya de búsqueda sobre los posibles puntos de ruptura; es decir, endógenamente se determina la fecha (Baum, 2005)

Posteriormente se desarrollaron pruebas con dos rompimientos.

Asimismo, se desarrollaron pruebas de raíces unitarias y o de estacionariedad panel; es decir, con dos o más series; así como pruebas panel con más de dos rompimientos, como la prueba para datos panel de estacionariedad KPSS con múltiples rompimientos.

Así, si seguimos a (Giles, 2013) para estimar las relaciones de largo plazo entre series estacionarias (integradas de orden cero, $I(0)$; decir que no deben ser diferenciadas para ser estacionarias), las relaciones entre series no estacionarias pero integradas de orden uno (series $I(1)$, es decir, deben ser diferenciadas una vez para ser estacionarias), y entre series que pueden ser estacionarias, otras integradas de orden uno y otras fraccionalmente no estacionarias (series integradas de orden d , $I(d)$, con d entre cero y uno) encontramos lo siguiente:

1. Todas las series son $I(0)$, es decir, estacionarias. En este caso, basta con trabajar con los datos en niveles y estimar el modelo, por ejemplo, mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).
2. Todas las series son integradas del mismo orden (por ejemplo, $I(1)$) pero no están cointegradas. Aquí lo adecuado es diferenciarlas apropiadamente y luego estimar una regresión estándar con MCO.
3. Todas las series son integradas del mismo orden y sí están cointegradas. En este escenario se pueden estimar dos tipos de modelos:
 - Una regresión en niveles, que nos muestra la relación de equilibrio de largo plazo entre las variables.
 - Un modelo de corrección de errores (ECM), que describe las dinámicas de corto plazo y se puede estimar también con MCO.

Sin embargo, la situación puede ser más compleja. Puede suceder que algunas variables sean estacionarias, otras sean $I(1)$ o incluso fraccionalmente integradas, y que además exista cointegración solo entre ciertas variables $I(1)$. En otras palabras, el análisis no siempre se ajusta con claridad a los tres casos básicos mencionados. *ARDL Models – Part II: Bounds Tests* (Giles, 2013)

En nuestro caso, para indagar sobre las relaciones de largo plazo entre el Producto Interno Bruto per cápita (PIBPC) de México y su población durante el período 1950-2014 con variables de control como el capital humano (años de escolaridad), el acervo de capital, las personas ocupadas, la tasa promedio de depreciación y la intensidad laboral o cociente de trabajadores con respecto a la población total- usaremos como instrumento analítico un modelo Autorregresivo de Rezagos Distribuidos (ARDL).

En este capítulo de la tesis analizamos para México, en el período 1950-2014, la relación de largo y corto plazo entre el producto interno bruto per cápita (GDPEPERCAP) y la población (POP), incorporando un enfoque no lineal que considera el tamaño poblacional al cuadrado (POP2) y al cubo (POP3) como parte de la función; cabe aclarar que no consideramos

asimetrías; es decir, el efecto diferenciado por aumentos y disminuciones de la población en el PIB per cápita, porque en general la población no descendió en todo el período.

En este sentido, consideramos que existen relaciones no lineales, no consideramos los efectos de las asimetrías (incrementos y decrementos de la variable población, ya que esta población no ha decrecido), aun cuando si planteamos que las relaciones no son necesariamente monótonas (es decir, no siempre existe una relación creciente, o decreciente entre el GDPEPERCAP y la POP).

Nuestra variable dependiente es el PIB per cápita (GDPEPERCAP), y la relación principal de interés es con la población (POP), incorporando sus potencias cuadráticas (POB2) y cúbica (POB3) para examinar la no linealidad.

Para examinar la relación entre crecimiento económico y crecimiento poblacional, incluimos como variable de control de la dinámica de la productividad al PIB por trabajador (GDPEPERWOR) y la intensidad laboral (INTLAB), que es la relación de personal ocupado con respecto a la población total; elementos esenciales que han sido, en buena medida, omitidos en trabajos previos, a pesar de su importancia. También se considera la variable capital humano (HC), el capital físico (CK), la productividad total de factores (RTFPNA) y la tasa de depreciación del capital (DELTA). Los anteriores datos proceden de la Penn World Table 9.0 de (Feenstra, Inklaar, & Timmer, 2015).

4.1 Antecedentes teóricos y empíricos de la relación de corto y de largo plazo entre crecimiento económico y crecimiento poblacional

4.1.1 Visiones teóricas sobre la relación entre crecimiento económico y crecimiento poblacional

4.1.1.2 Malthus y la relación negativa entre crecimiento poblacional y crecimiento económico

(MALTHUS, 1798) en *An Essay on the Principle of Population* argumentó que el crecimiento poblacional tiende a superar la capacidad de la economía para producir alimentos y bienes, lo que lleva a hambrunas, pobreza y estancamiento económico. Según esta visión, una mayor población reduce el PIB per cápita, ya que los recursos disponibles se dividen entre más personas. En consecuencia, la hipótesis esperada se puede plantear de la siguiente manera: Crecimiento de la población → menor crecimiento del PIB per cápita (relación negativa).

4.1.1.3 Modelos Neoclásicos y Endógenos: Relación Ambigua o Nula

En el modelo de (Solow, 1956)- (Swan, 1956) se plantea que la población influye en el PIB agregado, pero el PIB per cápita en estado estacionario es independiente de la tasa de crecimiento de la población.

Por su parte, los modelos de crecimiento endógeno, como el de (Romer, 1990) se plantea que una mayor población puede aumentar la acumulación de conocimiento y la innovación, favoreciendo el crecimiento económico.

Si consideramos la tesis de (Boserup, 1981) tenemos que el crecimiento poblacional impulsa la innovación tecnológica, lo que evita el estancamiento económico.

En consecuencia, la hipótesis esperada para los modelos neoclásicos y endógenos es: Relación positiva, nula o incluso negativa dependiendo del contexto económico y del nivel de desarrollo de la economía.

4.1.1.4 Visión de Piketty y Kremer sobre la relación entre población y crecimiento económico

Por su parte, (PIKKETY, 2014) argumenta que las tasas de crecimiento demográfico impactan la desigualdad más que el crecimiento económico.

(Kremer, 1993) *Population Growth and Technological Change: One Million B.C. to 1990*, sostiene que más población genera más innovación, lo que impulsa el crecimiento económico.

Por ende, la hipótesis esperada para estos dos economistas es la existencia de una relación positiva entre población y PIB per cápita en el largo plazo, pero con diferencias entre economías avanzadas y en desarrollo.

4.1.1.5 Estudios empíricos sobre la relación entre crecimiento económico y crecimiento poblacional

Derivado de estos aspectos teóricos y empíricos donde la causalidad puede ser en un sentido (positiva o negativa o cambiante), en otro sentido, en ambos sentidos, o no existir. Es que plantearemos para las siguientes variables el estudio de relaciones de largo plazo mediante el modelo ARDL y de corto plazo a través del mecanismo corrector de error, como dos de las técnicas más robustas para establecer estas relaciones cuantitativas entre las siguientes variables:

4.2 Técnicas econométricas para la estimación de relaciones de corto y largo plazo de series de diferente orden de integración

4.2.1 Modelos Autorregresivos y de Rezagos Distribuidos (ARDL) y las pruebas de límites

De acuerdo con (Giles, 2013) un modelo ARDL (*Autoregressive Distributed Lag*) incorpora retardos tanto de la variable dependiente como de las independientes. Es decir, modela cómo valores pasados influyen en el presente. Un modelo ARDL captura efectos retardados (autoregresivos y de distribución retardada) de variables explicativas y dependiente.

Un ARDL ($p, q_1, \dots, q_k$) toma la forma general:

donde se incluyen retardos de y y de cada x_k

Es útil en situaciones mixtas: cuando algunas variables son estacionarias o integradas de orden cero, $I(0)$, otras son no estacionarias, o integradas de orden uno, es decir, que si las diferenciamos una vez se vuelven estacionarias, $I(1)$; algunas pueden ser fraccionalmente integradas; es decir, $I(d)$ y solamente algunas están cointegradas; pero no pueden ser integradas de orden dos, $I(2)$. En estos casos, permite estimar relaciones de largo plazo sin requerir que todas sean del mismo orden de integración. Permite estimar relaciones de largo plazo sin problemas de integración mixta.

(Giles, 2013) explica que durante muchos años no se tuvieron los estadísticos críticos adecuados para los modelos ARDL, pero eso cambió con la obra de (Pasaran, Shin, & Smith, 2001), que es conocida como la prueba de límites (Bounds test, en inglés) como método para determinar si existe una relación de cointegración entre variables de distinta integración. El Bounds Test permite evaluar cointegración dentro del modelo, sin necesidad de pruebas de raíz unitaria previas. Una vez establecida la cointegración, se puede estimar tanto la relación de largo plazo como un modelo de corrección de error para examinar la dinámica de corto plazo.

(Giles, 2013) explica que el procedimiento consiste en los siguientes pasos:

1. Estimar un ECM no restringido dentro del marco ARDL.
2. Seleccionar atrasos adecuados (lag structure), asegurándose de estabilidad dinámica y errores no autocorrelacionados.
3. Calcular estadístico F para probar hipótesis nula de “no cointegración”.
4. Comparar con valores críticos inferiores y superiores (bounds). Si F supera el límite superior $\rightarrow$ se rechaza la ausencia de cointegración

El Bounds Test de (Pasaran, Shin, & Smith, 2001), permite evaluar cointegración dentro del modelo, sin necesidad de pruebas de raíz unitaria previas.

Una vez establecida la cointegración, se puede estimar tanto la relación de largo plazo como un modelo de corrección de error para la dinámica de corto plazo.

El modelo ARDL equivale a una versión condicional del modelo de corrección de errores (*Conditional ECM*, CECM, en inglés), que a su vez es una reparameterización de un modelo de Vectores Autorregresivos, VAR. Esto permite analizar cómo una variable dependiente se comporta en función de otras como explicativas dentro de una estructura dinámica.

La prueba Bounds test (Pasaran, Shin, & Smith, 2001), se ejecuta dentro del marco ARDL y sirve para detectar si existe cointegración entre variables de distintos niveles de integración ($I(0)$ / $I(1)$), sin requerir todos tengan el mismo orden. Se basa en pruebas de significancia conjunta de los términos en niveles en el CECM. (Pasaran, Shin, & Smith, 2001), presentan cinco casos distintos en la prueba de cointegración con el enfoque ARDL (AutoRegressive Distributed Lag), cada uno con diferentes supuestos sobre la presencia de constantes y tendencias determinísticas en el modelo, como se presenta en la tabla siguiente:

Tabla 4.1 ADRL. Supuestos sobre la presencia de constantes y tendencias determinísticas en el modelo

Caso	Nombre de la Tabla	¿Incluye constante (intercepto)?	¿Incluye tendencia lineal?	Tipo de modelo a estimar	¿Cuándo usar esta tabla?
I	CI(i)	No	No	Sin constante ni tendencia	Cuando no hay términos determinísticos (ni intercepto ni tendencia) en la ecuación de cointegración o de regresión en niveles. Usado raramente.
II	CI(ii)	Sí	No	Con intercepto, sin tendencia	Cuando solo hay un intercepto en el modelo, sin tendencia temporal. Es el más común.
III	CI(iii)	Sí	Sí	Con intercepto y tendencia	Cuando hay intercepto y también una tendencia temporal en la ecuación de cointegración.
IV	CI(iv)	No en la cointegración, pero sí en la ecuación en diferencias	Sí	Solo hay intercepto en la ecuación en diferencias, no en niveles	Usado cuando la tendencia se incluye solo en la regresión en diferencias, pero no en la relación de largo plazo.
V	CI(v)	Sí en diferencias y en niveles	Sí	Intercepto y tendencia en ambos componentes	Cuando la ecuación en niveles y en diferencias incluye constante y tendencia. Es el caso más general.

Fuente: Elaboración propia.

Así, la hipótesis y procedimiento de la prueba de límites es el siguiente:

1. Estimar un modelo ARDL (o su equivalente CECM) adecuado.
2. Ejecutar un test F-Bounds para probar la hipótesis nula de no cointegración (coeficientes de los términos en niveles iguales a cero).
 - Si el estadístico $F > \text{límite superior } (I(1)) \rightarrow$ se rechaza la no cointegración.
 - Si $F < \text{límite inferior } (I(0)) \rightarrow$ no se rechaza la hipótesis nula.
 - Si está entre ambos límites $\rightarrow$ el resultado es inconcluso.
3. En caso de rechazo, también se realiza una prueba t-Bounds sobre el coeficiente del término dependiente rezagado ($y(-1)$).
 - Si el valor t supera el valor crítico de $I(1) \rightarrow$ se confirma cointegración no degenerada.
 - Caso contrario, podría tratarse de una relación degenerada o sin sentido estadístico

La cointegración no degenerada implica que:

- El coeficiente del término dependiente rezagado es distinto de cero.
- Los coeficientes de las variables explicativas en niveles también lo son.

Si alguna condición falla, la relación puede ser degenerada (aparentemente estable a corto plazo, pero sin equilibrio real a largo plazo).

La Bounds test debe entenderse desde la teoría de cointegración, no solo como un test adicional; es integral al enfoque ARDL vía la reparameterización de CECM. Ofrece una guía conceptualmente robusta para interpretar cuándo hay cointegración verdadera y cuándo una relación no llega a ser útil o válida a largo plazo. Permite evaluar simultáneamente dinámicas de corto plazo y relaciones de equilibrio sin realizar previamente pruebas unit root.

4.2.2 El Mecanismo corrector de error

De acuerdo con (Johonston & DiNardo, 2001) a partir de una reparametrización del modelo ARDL se puede llegar al Mecanismo Corrector de Error (MCE), el cual es un modelo que se usa cuando existe cointegración entre variables: es decir, una combinación lineal de variables no estacionarias (usualmente $I(1)$) que resulta estacionaria ($I(0)$).

Veamos cómo es esa reparametrización, suponga que existe una relación de largo plazo entre las variables y_t y x_t reflejada en el modelo ARDL (1,1), porque tanto la variable dependiente como la explicatoria o explicativa solo aparecen con un retardo; es decir:

$$y_t = m + \alpha_1 y_{t-1} + \beta_0 x_t + \beta_1 x_{t-1} + \epsilon_t$$

donde ϵ_t es una serie ruido blanco, a la cual ya no se le puede extraer nada de información. Sabemos que la primera diferencia de y_t y que la primera diferencia de x_t son las siguientes

$$\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$$

$$\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$$

Si despejamos y_t y x_t de las dos anteriores expresiones ($y_t = \Delta y_t + y_{t-1}$; $x_t = \Delta x_t + x_{t-1}$) y las sustituimos en (1) tenemos

$$\Delta y_t + y_{t-1} = m + \alpha_1 y_{t-1} + \beta_0 (\Delta x_t + x_{t-1}) + \beta_1 x_{t-1} + \epsilon_t$$

Si reacomodamos la anterior expresión para tener del lado izquierdo el cambio en la variable dependiente nos queda

$$\Delta y_t = m - y_{t-1} + \alpha_1 y_{t-1} + \beta_0 (\Delta x_t + x_{t-1}) + \beta_1 x_{t-1} + \epsilon_t$$

Si unimos los términos con y_{t-1} nos queda

$$\Delta y_t = m - (1 - \alpha_1) y_{t-1} + \beta_0 (\Delta x_t + x_{t-1}) + \beta_1 x_{t-1} + \epsilon_t$$

Dividamos y multipliquemos toda la expresión del lado derecho, excepto ϵ_t , por $(1 - \alpha_1)$, lo cual nos conduce a lo siguiente:

$$\Delta y_t = \frac{(1 - \alpha_1)}{(1 - \alpha_1)} [m - (1 - \alpha_1) y_{t-1} + \beta_0 (\Delta x_t + x_{t-1}) + \beta_1 x_{t-1}] + \epsilon_t$$

$$\Delta y_t = \frac{(1 - \alpha_1)}{(1 - \alpha_1)} [m - (1 - \alpha_1) y_{t-1} + \beta_0 \Delta x_t + \beta_0 x_{t-1} + \beta_1 x_{t-1}] + \epsilon_t$$

$$\Delta y_t = \frac{(1 - \alpha_1)}{(1 - \alpha_1)} [m - (1 - \alpha_1) y_{t-1} + \beta_0 \Delta x_t + (\beta_0 + \beta_1) x_{t-1}] + \epsilon_t$$

$$\Delta y_t = \beta_0 \Delta x_t - (1 - \alpha_1) \left[y_{t-1} - \frac{m}{(1 - \alpha_1)} - \frac{(\beta_0 + \beta_1)}{(1 - \alpha_1)} x_{t-1} \right] + \epsilon_t$$

Sea $a = \frac{m}{(1 - \alpha_1)}$ y sea $\gamma = \frac{(\beta_0 + \beta_1)}{(1 - \alpha_1)}$, con lo cual tenemos

$$\Delta y_t = \beta_0 \Delta x_t - (1 - \alpha_1) [y_{t-1} - a - \gamma x_{t-1}] + \epsilon_t$$

La expresión anterior es un ejemplo de un MCE, nos explican (Johonston & DiNardo, 2001, pág. 284): “El cambio en y resulta ser la suma de dos componentes. El primero es proporcional al cambio sucesivo en x , mientras que el segundo es una corrección parcial a la desviación de y_{t-1} respecto al valor de equilibrio correspondiente a x_{t-1} . El término entre corchetes muestra la desviación, o error de equilibrio. Cuando es positivo, existe una corrección hacia abajo en el período considerado. De modo contrario, un error negativo produce una corrección hacia arriba. En caso de equilibrio estático, y serán iguales a cero”.

Los parámetros de las expresiones anteriores, explican (Johonston & DiNardo, 2001)) podrían estimarse mediante una regresión de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) de Δy_t sobre un término constante, Δx_t , y_{t-1} y x_{t-1} . “Gracias a los cuatro coeficientes estimados y a su matriz de varianzas y covarianzas, obtendremos los estimadores de los cuatro de los cuatro parámetros de la ecuación (1), esto es m , α_1 , β_0 , β_1 y sus errores estándar. De modo alternativo, podemos estimar directamente dichos parámetros aplicando MCO a la ecuación 1” (Johonston & DiNardo, 2001, pág. 284)

La condición de estabilidad de las anteriores expresiones es que $|\alpha_1| < 1$. Así, el coeficiente de ajuste hacia el equilibrio, $(1 - \alpha_1)$, debe ser positivo y multiplicado por menos es menor que cero, lo cual indica que hay convergencia. Si $(1 - \alpha_1)$ es igual a cero no hay corrección de error. Y si $(1 - \alpha_1)$ es negativo hay sobreajuste o inestabilidad. Debe aclararse que $-(1 - \alpha_1)$ en otros trabajos se le identifica como λ , que debe ser < 0 .

El MCE corrige los desequilibrios de corto plazo, permitiendo que las variables regresen al equilibrio de largo plazo. Esto se logra incluyendo un término de corrección de error que mide el desfase respecto al equilibrio pasado. El MCE captura la relación de equilibrio a largo plazo mediante los residuos de la cointegración. Permite estudiar ajustes de corto plazo (con diferencias de las variables. Es útil en modelos de series de tiempo cuando se enfrentan variables no estacionarias que, sin embargo, mantienen una relación estable a lo largo del tiempo.

La teoría econométrica nos indica como particularidades el MCE las siguientes:

1. Requiere cointegración previa; es decir, solo se justifica si se ha demostrado una relación de cointegración entre las variables, por eso primero se aplica el modelo ARDL con los estadísticos críticos apropiados, que son las pruebas de límites.
2. El término de corrección de error proviene del modelo de largo plazo, generalmente se obtiene como residuo de la regresión cointegrada.

3. El coeficiente λ , $-(1 - \alpha_1)$, tiene interpretación económica clave, ya que mide qué tan rápido la variable dependiente vuelve al equilibrio después de un shock.
4. Es una forma reparameterizada de un modelo ARDL, de hecho, muchos modelos ARDL pueden reescribirse como MCEs condicionales.
5. Puede incluir más variables y retardos; en el caso multivariado, el MCE se generaliza en modelos como el VECM (*Vector Error Correction Model*).

4.3 Evaluación empírica de la relación entre crecimiento económico y poblacional para México, 1950-2014

4.3.1 Variable dependiente el PIB per cápita y variables predictoras

Dado que nuestras series presentan distintos órdenes de integración —algunas $I(1)$, otras $I(0)$ y otras estacionarias con rompimientos estructurales, según las pruebas KPSS, ERS-GLS y pruebas de raíz unitaria con rompimiento innovativo o aditivo— optamos por estimar un modelo Autorregresivo con Rezagos Distribuidos (ARDL), apropiado para este contexto mixto. La especificación general del modelo es la siguiente:

4.3.1.1 Variables y estacionariedad de las series

Los datos para México del período 1950-2014 proceden de (Feenstra, Inklaar, & Timmer, The Next Generation of the Penn World Table, 2015), lo que se conoce como la Penn World Table 9.0. Las variables utilizadas son las siguientes:

rgdpe: PIB real del lado del gasto a PPA encadenadas (en millones de dólares estadounidenses de 2011);

rgdpo: PIB real del lado de la producción a PPA encadenadas (en millones de dólares estadounidenses de 2011)

pop: Población (en millones)

emp: Número de personas ocupadas (en millones)

avh: Promedio de horas anuales trabajadas por las personas ocupadas

hc: Índice de capital humano, basado en años de escolaridad y retornos a la educación;

ck: Stock de capital a PPA actuales (en millones de dólares estadounidenses de 2011);

rtfpna: Productividad Total de Factores (PTF) a precios nacionales constantes (2011=1)

delta: Tasa promedio de depreciación del stock de capital

rgdpepercap: PIB real per cápita (en millones de dólares estadounidenses de 2011)

rgdpeperwor: PIB real per persona ocupada (en millones de dólares estadounidenses de 2011)

Para estimar el modelo ARDL no se requiere conocer si las series son estacionarias, $I(0)$, son no estacionarias, $I(1)$, o fraccionalmente integradas de orden d , $0 < d < 1$; pero si es necesario que la serie temporal no sea integrada de orden dos; $I(2)$; es decir, que se requiera de dos veces diferenciarla para hacerla estacionaria, $I(2)$.

En este sentido, presentamos los resultados generales de la estacionariedad de estas series para comprobar que no son $I(2)$. Las pruebas utilizadas y cuyos resultados se pueden comprobar en el anexo fueron la prueba de estacionariedad Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS), con constante y tendencia, y solo con constante; la prueba de raíz unitaria Dickey-Fuller-Elliott de Mínimos Cuadrados Generalizados de Elliott-Rothenberg-Stock (DF-GLS), con constante y tendencia, y solo con constante; la prueba Dickey-Fuller Aumentada con Outlier Innovativo (ADF-OI), con rompimiento en la tendencia, con rompimiento en la constante y con rompimiento en la tendencia y en la constante; la prueba Dickey-Fuller Aumentada con Outlier Aditivo (ADF-OA), con rompimiento en la tendencia, con rompimiento en la constante y con rompimiento en la tendencia y en la constante; y tres pruebas de integración fraccional: la prueba de Geweke-Porter-Hudak, la regresión del periodograma log. modificado y el método Robinson.

Tabla 4.2. Conclusión de estacionariedad de las series de México, 1950-2014

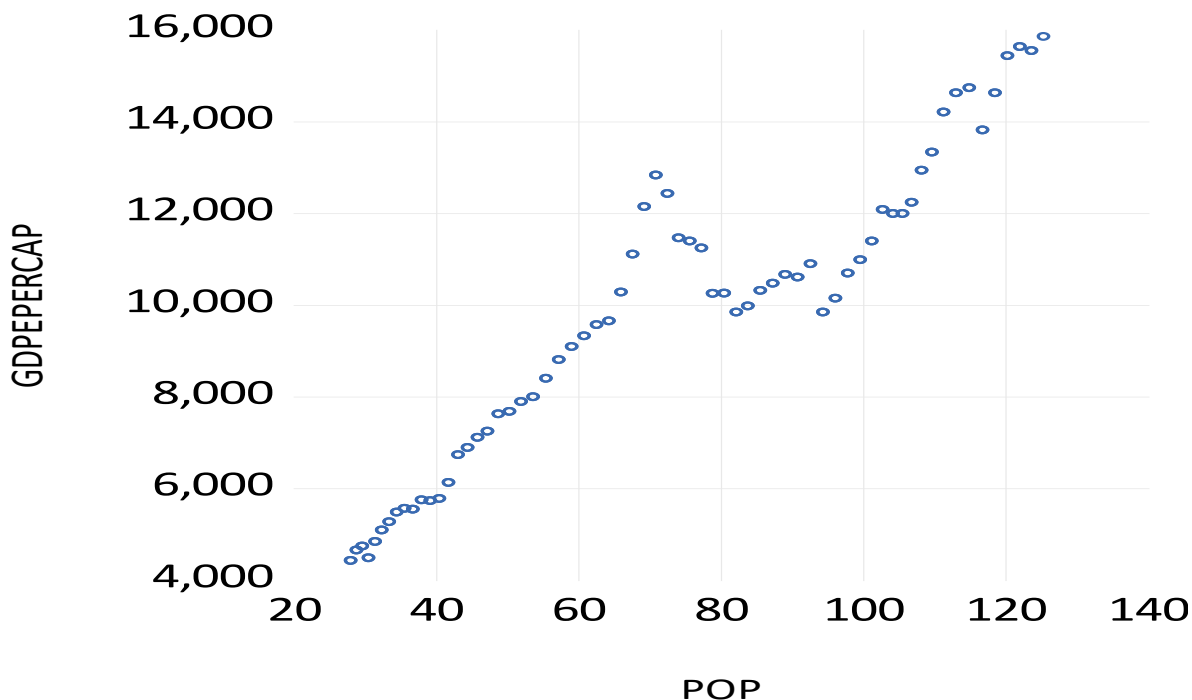
Variable	Conclusión sobre estacionariedad
Pop	Población es una serie estacionaria con un rompimiento innovativo y/o aditivo
Rgdpepercap	PIB per cápita es una serie no estacionaria integrada de orden 1
Rgdpeperwor	PIB por trabajador es una serie no estacionaria integrada de orden 1
Hc	Capital humano es una serie estacionaria con un rompimiento innovativo y/o aditivo
Ck	Acervo de capital es una serie no estacionaria integrada de orden 1
Emp	Personas ocupadas es una serie no estacionaria integrada de orden 1
Delta	Tasa promedio de depreciación es una serie estacionaria con un rompimiento innovativo y/o aditivo, o sin rompimiento (es una serie que ya tiene una primera diferencia)
Intlab	Intensidad laboral o cociente de trabajadores a población total es una serie no estacionaria integrada de orden 1
Rgdpe	PIB real por el lado de la demanda es una serie no estacionaria integrada de orden 1
Rgdpo	PIB real por el lado de la oferta es una serie no estacionaria integrada de orden 1

Fuente: elaboración propia a partir de Eviews 12 y de Stata 16.

4.3.1.2. Regresión del modelo ARDL

La relación entre la población (pop) y el PIB per cápita (rgdpepercap) parece no lineal cuando tenemos en el eje horizontal a la primera variable y en el vertical a la segunda.

Figura 4.1. Diagrama de dispersión entre población (pop) y PIB per cápita (gdpepercap) de México, 1950-2014.



Fuente: elaboración propia a partir de (Feenstra, Inklaar, & Timmer, 2015).

En este trabajo analizamos la relación de largo y corto plazo entre el producto interno bruto per cápita (gdpepercap) y la población (pop), incorporando un enfoque no lineal que considera el tamaño poblacional al cuadrado (pop2) y al cubo (pop3) como parte de la función. Lo anterior responde a la intuición de que los efectos de la población sobre el desarrollo económico no son monótonos; es decir, de que siempre crezcan o siempre decrezcan.

Nuestra variable dependiente es el PIB per cápita (gdpepercap), y la relación principal de interés es con la población (pop), incorporando sus potencias cuadráticas (pob2) y cúbica (pob3). Para controlar adecuadamente el comportamiento del ingreso per cápita, incluimos como variables de control el PIB por trabajador (gdpeperwor) y la intensidad laboral (intlab), elementos esenciales que han sido, en buena medida, omitidos en trabajos previos, a pesar de su importancia. También se considera el capital humano (hc), el capital físico (ck), la productividad total de factores (rtfpna) y la tasa de depreciación del capital (delta). Consideramos tres rezagos en la variable dependiente y en las variables regresoras. La

especificación que consideramos es la cuarta, CI(iv), Solo hay intercepto en la ecuación en diferencias, no en niveles, usado cuando la tendencia se incluye solo en la regresión en diferencias, pero no en la relación de largo plazo.

Tabla 4.3 Regresión ARDL del PIB per cápita (gdpepercap) contra población (pop), población al cuadrado (pop2) y población al cubo (pop3), el PIB por trabajador (gdpeperwor), la intensidad laboral (intlab), el capital humano (hc), el capital físico (ck), la productividad total de factores. (rtfpna) y la tasa de depreciación del capital (delta)

Dependent Variable: GDPEPERCAP

Method: ARDL

Date: 07/27/25 Time: 21:26

Sample (adjusted): 1953 2014

Included observations: 62 after adjustments

Maximum dependent lags: 3 (Automatic selection)

Model selection method: Akaike info criterion (AIC)

Dynamic regressors (3 lags, automatic): POP POP2 POP3

GDPEPERWOR INTLAB CK DELTA HC RTFPNA

Fixed regressors: C @TREND

Number of models evaluated: 786432

Selected Model: ARDL (2, 3, 0, 3, 2, 2, 3, 0, 0, 0)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
GDPEPERCAP(-1)	0.605274	0.137325	4.407612	0.0001
GDPEPERCAP(-2)	-0.310780	0.171893	-1.807984	0.0790
POP	-879.4803	727.8923	-1.208256	0.2348
POP(-1)	-143.7590	1817.040	-0.079117	0.9374
POP (-2)	1682.025	1795.454	0.936824	0.3551
POP(-3)	-1538.978	696.6982	-2.208960	0.0336
POP2	7.153881	1.424163	5.023219	0.0000
POP3	-0.108622	0.034141	-3.181546	0.0030
POP3(-1)	0.195670	0.086174	2.270636	0.0293
POP3(-2)	-0.210272	0.086399	-2.433734	0.0200
POP3(-3)	0.094687	0.032652	2.899919	0.0063
GDPEPERWOR	0.370049	0.013486	27.43969	0.0000
GDPEPERWOR(-1)	-0.178283	0.041601	-4.285571	0.0001
GDPEPERWOR(-2)	0.081756	0.052354	1.561607	0.1271
INTLAB	39997.18	1761.225	22.70987	0.0000
INTLAB(-1)	-21168.76	5886.635	-3.596072	0.0010
INTLAB(-2)	11831.93	7013.820	1.686945	0.1003
CK	0.000389	0.000122	3.204523	0.0028
CK(-1)	-0.000151	0.000188	-0.805873	0.4256
CK (-2)	0.000209	0.000158	1.321668	0.1946
CK(-3)	0.000259	9.45E-05	2.739185	0.0095
DELTA	-36969.90	15389.36	-2.402302	0.0216
HC	-2236.705	1220.462	-1.832671	0.0751
RTFPNA	-1894.337	422.9189	-4.479198	0.0001

C	15264.42	3348.218	4.558968	0.0001
@TREND	528.9725	100.4027	5.268509	0.0000
R-squared	0.999932	Mean dependent var	10027.87	
Adjusted R-squared	0.999885	S.D. dependent var	3098.547	
S.E. of regression	33.24742	Akaike info criterion	10.14093	
Sum squared resid	39794.08	Schwarz criterion	11.03295	
Log likelihood	-288.3687	Hannan-Quinn criter.	10.49116	
F-statistic	21191.44	Durbin-Watson stat	2.269221	
Prob(F-statistic)	0.000000			

*Note: p-values and any subsequent tests do not account for model selection

El modelo seleccionado es un ARDL (2, 3, 0, 3, 2, 2, 3, 0, 0, 0), el cual indica los rezagos seleccionados automáticamente por el criterio de Akaike (AIC) ⁵ para cada una de las 10 variables consideradas, respectivamente: gdpepercap, pop, pop2, pop3, gdpeperwor, intlabb, ck, delta, hc y rtfpna. Los regresores fijos son una constante (C) y la tendencia temporal (@TREND). El estadístico de Durbin-Watson es igual a 2.27, lo cual sugiere ausencia de autocorrelación en los errores.

Con respecto a la significancia estadística de los coeficientes estimados y sus respectivos p-valores tenemos la siguiente situación:

a. Rezagos del PIB per cápita

GDPEPERCAP(-1): positivo y altamente significativo ($p = 0.0001$), indica persistencia: el valor pasado del PIBpc tiene un fuerte efecto en el actual.

GDPEPERCAP(-2): negativo, marginalmente significativo ($p = 0.0790$), sugiere cierta corrección temporal o ajuste cíclico.

b. Población y polinomios

⁵ El criterio de información de Akaike (AIC. An Information Criterion), proporciona un método simple y objetivo que selecciona el modelo más adecuado para caracterizar los datos experimentales

La población y sus potencias (POP , POP^2 y POP^3) fueron incluidas hasta el tercer rezago. Aunque los efectos de la variable POP sola y sus primeros rezagos no son significativos individualmente, POP^2 y POP^3 muestran una relación no monótona fuerte:

POP^2 : positivo, muy significativo $\rightarrow$ PIBpc crece a tasas crecientes con el cuadrado de la población.

POP^3 : negativo, significativo $\rightarrow$ la relación tiene forma de “U invertida” $\rightarrow$ efectos crecientes hasta cierto punto, luego decrecientes.

c. PIB mundial per cápita (GDPEPERWOR)

Efecto contemporáneo: positivo y muy significativo; por ende, un mayor PIB por trabajador () se asocia con mayor PIB per cápita.

Primer rezago: negativo y significativo, esto indica un posible ajuste de corto plazo o corrección.

Segundo rezago: no significativo.

d. Intensidad laboral (INTLAB)

Efecto directo positivo y fuerte en t contemporáneo.

Primer rezago: efecto negativo y significativo.

Segundo rezago: no significativo, esto podría reflejar un ajuste intertemporal o efecto de sobre esfuerzo económico.

e. Capital físico (CK)

CK y su rezago 3 son significativos, hay evidencia de que la inversión de capital afecta al PIB per cápita con rezago.

f. Tasa de depreciación (DELTA)

Esta variable es significativa y negativa, mayor depreciación del capital reduce el PIB per cápita.

g. Capital humano (HC)

Coefficiente negativo, marginalmente significativo ($p = 0.0751$), lo cual puede deberse a colinealidad o a que el efecto se transmite indirectamente.

h. Productividad total de los factores (RTFPNA)

Negativo y muy significativo, este resultado es contraintuitivo, podría indicar un problema de medición o una correlación con otras variables (como @TREND).

i. Tendencia temporal

Coefficiente positivo y muy significativo, el PIB per cápita ha tenido un crecimiento secular.

En conclusión, el modelo sugiere que el PIB per cápita está influido principalmente por:

- Su propia inercia (alta persistencia).
- La dinámica poblacional, especialmente con efectos no lineales (relación cúbica).
- La productividad del trabajo, reflejada en el PIB por trabajador.
- La intensidad laboral (esfuerzo de trabajo por unidad de capital humano).
- La formación de capital físico, depreciación y productividad total de los factores.
- Un crecimiento estructural en el tiempo, capturado por la tendencia.

3.1.3. La relación de largo y corto plazo entre el PIB per cápita y la población: evidencia de no monotonía y controles esenciales

Dado que nuestras series presentan distintos órdenes de integración —algunas $I(1)$, otras $I(0)$, algunas $I(d)$ y otras estacionarias con rompimientos estructurales, según las pruebas KPSS, ERS-GLS y pruebas de raíz unitaria con rompimiento innovativo o aditivo, y pruebas fraccionalmente integradas— optamos por estimar un modelo Autorregresivo con Rezagos Distribuidos (ARDL), apropiado para este contexto mixto. La especificación general del modelo es la siguiente:

$$\begin{aligned}
\Delta gdpepercap_t &= a_0 \\
&+ \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta gdpepercap_{t-i} \\
&+ \sum_{j=0}^r \theta_j \Delta pop_{t-j} \\
&+ \sum_{k=0}^s \psi_k \Delta pop^2_{t-k} \\
&+ \sum_{l=0}^s x_l \Delta pop^3_{t-l} + \dots + \lambda (gdpepercap_{t-1} - \beta_1 pop_{t-1} + \beta_2 pop_{t-1} \\
&+ \beta_3 pop_{t-1} - \dots
\end{aligned}$$

donde el término entre paréntesis representa la ecuación de largo plazo, mientras que los coeficientes de las diferencias reflejan la dinámica de corto plazo.

Para explorar la relación entre el PIB per cápita y la población en México durante el periodo 1950–2014, estimamos un modelo ARDL con base en los criterios de información de Akaike⁶ y sobre una estructura dinámica que incorpora las variables población (pop), su cuadrado (pop²) y su cubo (pop³), además de controles claves como el PIB por trabajador (gdpeperwor), la intensidad laboral (intlabor), el capital físico (ck), el capital humano (hc), la productividad total de factores (rtfpna) y la tasa de depreciación del capital (delta). Todos los datos son anuales.

⁶ El criterio de información de Akaike (An Information Criterion), proporciona un método simple y objetivo que selecciona el modelo más adecuado para caracterizar los datos experimentales

Tabla 4.4. Dependent Variable: D(GDPEPERCAP)

ARDL Long Run Form and Bounds Test

Dependent Variable: D(GDPEPERCAP)

Selected Model: ARDL (2, 3, 0, 3, 2, 2, 3, 0, 0, 0)

Case 4: Unrestricted Constant and Restricted Trend

Date: 07/27/25 Time: 21:41

Sample: 1950 2014

Included observations: 62

Conditional Error Correction Regression

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	15264.42	3348.218	4.558968	0.0001
@TREND	528.9725	100.4027	5.268509	0.0000
GDPEPERCAP(-1)*	-0.705505	0.126526	-5.575949	0.0000
POP(-1)	-880.1927	158.1738	-5.564719	0.0000
POP2**	7.153881	1.424163	5.023219	0.0000
POP3(-1)	-0.028536	0.005911	-4.827363	0.0000
GDPEPERWOR(-1)	0.273522	0.041769	6.548384	0.0000
INTLAB(-1)	30660.35	6993.113	4.384363	0.0001
CK(-1)	0.000706	0.000141	4.992846	0.0000
DELTA**	-36969.90	15389.36	-2.402302	0.0216
HC**	-2236.705	1220.462	-1.832671	0.0751
RTFPNA**	-1894.337	422.9188	-4.479198	0.0001
D(GDPEPERCAP(-1))	0.310780	0.171893	1.807984	0.0790
D(POP)	-879.4802	727.8923	-1.208256	0.2348
D(POP(-1))	-143.0467	1146.209	-0.124800	0.9014
D(POP(-2))	1538.978	696.6982	2.208960	0.0336
D(POP3)	-0.108622	0.034141	-3.181546	0.0030
D(POP3(-1))	0.115584	0.054456	2.122519	0.0407
D(POP3(-2))	-0.094687	0.032652	-2.899919	0.0063
D(GDPEPERWOR)	0.370049	0.013486	27.43969	0.0000
D(GDPEPERWOR(-1))	-0.081756	0.052354	-1.561607	0.1271
D(INTLAB)	39997.18	1761.225	22.70987	0.0000
D(INTLAB(-1))	-11831.93	7013.820	-1.686945	0.1003
D(CK)	0.000389	0.000122	3.204523	0.0028
D(CK(-1))	-0.000468	0.000146	-3.199668	0.0029
D(CK(-2))	-0.000259	9.45E-05	-2.739185	0.0095

* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

** Variable interpreted as $Z = Z(-1) + D(Z)$.

Levels Equation

Case 4: Unrestricted Constant and Restricted Trend

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POP	-1247.606	205.1438	-6.081618	0.0000
POP2	10.14008	2.183208	4.644580	0.0000
POP3	-0.040447	0.009025	-4.481642	0.0001
GDPEPERWOR	0.387696	0.018944	20.46504	0.0000
INTLAB	43458.71	4492.575	9.673454	0.0000
CK	0.001000	0.000223	4.478027	0.0001
DELTA	-52402.03	18632.03	-2.812471	0.0079
HC	-3170.359	1508.053	-2.102286	0.0426
RTFPNA	-2685.079	745.1861	-3.603233	0.0009
@TREND	749.7784	80.70602	9.290241	0.0000

EC = GDPEPERCAP - (-1247.6063*POP + 10.1401*POP2 - 0.0404*POP3
+ 0.3877*GDPEPERWOR + 43458.7125*INTLAB + 0.0010*CK
- 52402.0279*DELTA - 3170.3593*HC - 2685.0790*RTFPNA +
749.7784*@TREND)

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
			Asymptotic: n=1000	
F-statistic	8.836717	10%	2.05	3.02
K	9	5%	2.3	3.33
		2.5%	2.52	3.6
		1%	2.79	3.93
			Finite Sample: n=65	
Actual Sample Size	62	10%	-1	-1
		5%	-1	-1
		1%	-1	-1
			Finite Sample: n=60	
		10%	-1	-1
		5%	-1	-1
		1%	-1	-1

El coeficiente del gdpepercap con un rezago (-1) es negativo, significativo y menor a 1 en valor absoluto (-0.705505), lo cual, confirma la existencia de cointegración, e indica que, si el PIB per cápita se aleja de su nivel de equilibrio de largo plazo, el 70.6% del desequilibrio se corrige

cada periodo (año) y por ende, es una velocidad de ajuste alta: el sistema converge rápidamente al equilibrio.

La ecuación de largo plazo se forma con los coeficientes de las variables en nivel (aquellas que aparecen con el sufijo (-1) o sin diferencias D () en la sección *Levels Equation*).

$$GDPERCAP_t = \beta_0 + \beta_1 \cdot POP_1 + \beta_2 \cdot POP_t^2 + \beta_3 \cdot POP_t^3 + \beta_4 \cdot GDPEPERWOR_t + \beta_5 \cdot INTLAB_t + \beta_6 \cdot CK_t + \beta_7 \cdot DELTA_t + \beta_8 \cdot HC_t + \beta_9 \cdot RTFNA_t + \beta_{10}$$

$$GDPERCAP_t = 1247.61 \cdot POP_1 + 10.14 \cdot POP_t^2 - 0.0404 \cdot POP_t^3 + 0.3877 \cdot GDPEPERWOR_t + 43458.71 \cdot INTLAB_t + 0.0010 \cdot CK_t - 52402.03 \cdot DELTA_t - 3170.36 \cdot HC_t - 2685.08 \cdot RTFNA + 749.78 \cdot t + \epsilon_t$$

Esta es la ecuación de cointegración: el equilibrio de largo plazo entre el PIB per cápita y sus determinantes, en el siguiente cuadro presentamos la interpretación correspondiente:

Tabla 4.5 Interpretación de las variables.

Variable	Coeficiente	Interpretación
POP	-1247.61	La población tiene un efecto negativo sobre el PIBpc en forma lineal...
POP²	+10.14	...pero positivo cuadrático: posible efecto de escala hasta cierto punto...
POP³	-0.0404	...y negativo cúbico: lo que indica una relación no lineal con rendimientos decrecientes.
GDPEPERWOR	0.3877	Un aumento de 1 dólar en el PIBpc mundial se asocia con un aumento de 0.3877 dólares en el PIBpc nacional.
INTLAB	43458.71	Fuerte efecto positivo: aumento de 0.0001 en esta intensidad eleva mucho el PIBpc.
CK	0.0010	El capital físico también tiene un efecto positivo, aunque marginal.
DELTA	-52402.03	Mayor depreciación del capital reduce el PIBpc.
HC	-3170.36	Negativo, posiblemente por colinealidad o medición indirecta.
RTFPNA	-2685.08	Sorprendente signo negativo: debe analizarse más a fondo.
@TREND	749.78	Captura el crecimiento estructural secular del PIBpc.

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados.

La forma funcional adoptada destaca el carácter no lineal de la relación entre el PIB per cápita y la población. El signo negativo del coeficiente lineal de la población y el signo positivo del

término cuadrático sugieren un comportamiento en forma de “U invertida”, aunque el término cúbico negativo introduce una inflexión posterior, lo que indica la presencia de rendimientos marginales decrecientes después de cierto punto de inflexión. Este resultado es coherente con los marcos teóricos del crecimiento endógeno y las tensiones estructurales de las economías con alta densidad demográfica.

La magnitud del coeficiente de INTLAB (43,458.7) confirma lo que muchas veces se menciona, pero pocas veces se cuantifica adecuadamente: no basta con tener población, lo esencial es que ésta se incorpore al aparato productivo. La intensidad laboral, definida como el cociente entre la población ocupada y la población total, representa de manera robusta el potencial real de conversión del capital humano en valor económico. Una economía con baja intensidad laboral jamás transformará su bono demográfico en riqueza.

Por otro lado, el PIB por trabajador (GDPEPERWOR), con un coeficiente de 0.3877, capta el efecto de la productividad media individual sobre el ingreso per cápita. Su inclusión como variable de control permite separar la influencia de la población del componente estrictamente vinculado a eficiencia técnica o capital humano incorporado en el trabajo. De no incluirlo, la estimación de los efectos de la población sería incompleta o incluso sesgada.

Los signos negativos en HC y RTFPNA, aunque contraintuitivos a primera vista, deben interpretarse con cautela. En el contexto mexicano, es posible que parte del capital humano no se haya traducido de forma inmediata en mejoras en el ingreso per cápita, ya sea por fenómenos de subempleo, migración calificada o desalineación entre las habilidades formadas y las demandas del mercado laboral.

La prueba de cointegración por Límites (Bounds Test) presenta un estadístico calculado **F: 8.84**, el cual supera los valores críticos para $k=9$:

Tabla 4.6 Nivel de significancia.

Nivel de significancia	I(0)	I(1)
10%	2.05	3.02
5%	2.30	3.33
1%	2.79	3.93

Fuente: **Prueba de cointegración por Límites (Bounds Test).**

Como $F = 8.836717 > I(1)$ incluso al 1%, se rechaza la hipótesis nula de no cointegración; por ende, existe una relación de largo plazo significativa y estable entre el PIB per cápita y las variables incluidas. El sistema tiene una dinámica de corrección fuerte, lo que permite modelar tanto el corto como el largo plazo.

4.3.1.4. Mecanismo corrector de error

La forma general de la regresión ECM es:

$$\Delta GDPEPERCAP_t = a + \sum \beta_i \Delta X_{i,t} + \gamma \cdot EC_{t-1} + \epsilon_t$$

Donde:

- $\Delta X_{i,t}$: primeras diferencias de las variables explicativas
- EC_{t-1} : error de cointegración (residuo del equilibrio de largo plazo)
- γ : coeficiente del término de corrección de error.
- a : constante

En el corto plazo, la ecuación ARDL muestra una dinámica compleja pero informativa. Las variables de población presentan coeficientes significativos en forma no lineal: el primer y segundo rezago de POP^3 son significativos y alternan su signo, sugiriendo oscilaciones alrededor del equilibrio. Esto podría interpretarse como ajustes paulatinos del sistema a perturbaciones demográficas, con efectos que se diluyen, pero no desaparecen completamente en el tiempo.

El coeficiente del término de corrección del error (ECM), estimado en -0.7055 y estadísticamente significativo al 1%, indica que aproximadamente el 70.5% del desequilibrio entre el ingreso per cápita observado y su valor de largo plazo se corrige cada año. Esta

velocidad de ajuste es elevada para datos anuales, lo que sugiere un sistema económico con mecanismos de retroalimentación ágiles para corregir desequilibrios demográficos y productivos.

El signo negativo y significativo del ECM confirma la existencia de una relación de cointegración y garantiza que las fluctuaciones de corto plazo están ancladas a una trayectoria de equilibrio económico.

Para derivar los coeficientes de largo plazo a partir del modelo ARDL, se siguieron los siguientes pasos:

1. Se extrajeron los coeficientes de las variables rezagadas en nivel (x_{t-1} a x_{t-12}) de la regresión ARDL.
2. Se identificó el coeficiente de $gdpepercap_{t-1}$ a $gdpepercap_{t-12}$, en este caso -0.7055 a -0.7055 .
3. Se dividió el coeficiente de cada variable explicativa en nivel entre el coeficiente de la variable dependiente:

$$\beta_x = \frac{\text{Coef. de } x_{t-1}}{\text{Coef. de } gdpepercap_{t-1}}$$

Por ejemplo, para la población:

$$\beta_{pop} = -\frac{-880.19}{-0.7055} = 1247.61$$

Este proceso se repitió para POP², POP³, INTLAB, GDPEPERWOR, etc., conformando así la relación de largo plazo que aparece en la ecuación anterior.

En cuanto al mecanismo de corrección del error, su coeficiente es exactamente el mismo que el de $gdpepercap_{t-1}$ a $gdpepercap_{t-12}$ con signo negativo en la regresión condicional de error.

Tabla 4.7 ARDL Error Correction Regression
Dependent Variable: D(GDPEPERCAP)
 Selected Model: ARDL (2, 3, 0, 3, 2, 2, 3, 0, 0, 0)
 Case 4: Unrestricted Constant and Restricted Trend
 Date: 07/27/25 Time: 22:02
 Sample: 1950 2014
 Included observations: 62

ECM Regression				
Case 4: Unrestricted Constant and Restricted Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	15793.39	1401.659	11.26764	0.0000
D(GDPEPERCAP (-1))	0.310780	0.087195	3.564184	0.0011
D(POP)	-879.4802	427.7200	-2.056206	0.0471
D(POP (-1))	-143.0466	810.2227	-0.176552	0.8608
D(POP(-2))	1538.978	458.8888	3.353707	0.0019
D(POP3)	-0.108622	0.019163	-5.668273	0.0000
D(POP3(-1))	0.115584	0.030681	3.767235	0.0006
D(POP3(-2))	-0.094687	0.017678	-5.356090	0.0000
D(GDPEPERWOR)	0.370049	0.006859	53.95055	0.0000
D(GDPEPERWOR(-1))	-0.081756	0.026348	-3.102882	0.0037
D(INTLAB)	39997.18	1021.920	39.13924	0.0000
D(INTLAB(-1))	-11831.93	3440.969	-3.438546	0.0015
D(CK)	0.000389	6.20E-05	6.277038	0.0000
D(CK(-1))	-0.000468	8.07E-05	-5.794078	0.0000
D(CK(-2))	-0.000259	5.23E-05	-4.949737	0.0000
CointEq(-1)*	-0.705505	0.063304	-11.14473	0.0000
R-squared	0.996401	Mean dependent var		179.2696
Adjusted R-squared	0.995227	S.D. dependent var		425.7305
S.E. of regression	29.41239	Akaike info criterion		9.818345
Sum squared resid	39794.08	Schwarz criterion		10.36728
Log likelihood	-288.3687	Hannan-Quinn criter.		10.03387
F-statistic	848.9488	Durbin-Watson stat		2.269221
Prob(F-statistic)	0.000000			

* p-value incompatible with t-Bounds distribution.

F-Bounds Test		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
F-statistic	8.836717	10%	2.05	3.02
K	9	5%	2.3	3.33
		2.5%	2.52	3.6
		1%	2.79	3.93

Este análisis confirma que la relación entre PIB per cápita y población no es ni simple ni lineal. Los efectos poblacionales dependen de su escala y estructura interna, y están mediados por el

acceso efectivo al empleo (INTLAB) y por la productividad individual (GDPEPERWOR). La lección más clara es que la población, por sí sola, no genera desarrollo: lo que cuenta es qué hace una sociedad con su gente. La verdadera riqueza está en la participación y en la productividad.

Conclusiones

La existencia de relación de largo plazo (Cointegración), mediante el Modelo Autorregresivo de Rezagos Distribuidos (ARDL) y el Bounds Test, se concluye que existe una relación significativa y estable de largo plazo (cointegración) entre el PIB per cápita y las variables predictoras para México. El estadístico F (8.836717) supera el límite crítico incluso al 1%.

La relación no lineal y rendimientos decrecientes comprueba que la relación entre el PIB per cápita y la población no es simple ni lineal. La inclusión de términos poblacionales al cuadrado (POP^2) y al cubo (POP^3) confirma una relación no monótona con rendimientos decrecientes después de un cierto punto de inflexión, lo cual es coherente con marcos teóricos del crecimiento endógeno y tensiones estructurales.

Referente al mecanismo de corrección de error (corto plazo) el coeficiente del término de corrección del error (ECM) es altamente significativo y negativo (-0.7055). Esta alta velocidad de ajuste (aproximadamente el 70.5% del desequilibrio se corrige anualmente) sugiere que la economía mexicana converge rápidamente a su equilibrio de largo plazo tras un *shock* demográfico o productivo.

Y por último la prioridad de la productividad y participación deja la conclusión más clara es que la población por sí sola no genera desarrollo. El modelo de largo plazo destaca la fuerte influencia positiva de la Intensidad Laboral (INTLAB) y el PIB por trabajador (GDPEPERWOR), confirmando que lo esencial para el PIB per cápita es la participación efectiva de la población en el aparato productivo (intensidad laboral) y su productividad

Conclusiones generales

El presente trabajo doctoral, enfocado en el Crecimiento Poblacional y el Crecimiento Económico en América Latina y México (1950-2014), tuvo como objetivo general contribuir al debate existente y aportar nueva evidencia sobre la compleja relación entre las variables demográficas y económicas. A través de una revisión teórica exhaustiva y la aplicación de técnicas econométricas avanzadas, esta investigación establece cuatro conclusiones esenciales que reafirman la complejidad y heterogeneidad de este vínculo en la región.

1. El Debate causal persiste y la evidencia no es homogénea, la revisión histórica y teórica (Capítulo I) confirma que el debate sobre la relación causal es extenso, constante y apasionado. Las posturas varían desde las teorías de causalidad unidireccional (como la Teoría Malthusiana, que predice una relación negativa de población hacia la economía, y la Teoría de la Transición Demográfica, que va desde la Economía hacia la Demografía) hasta aquellas que proponen una causalidad bidireccional (Dividendo Demográfico y Capital Humano) o, simplemente, la no existencia de relación causal (Crecimiento Exógeno y Estructuralista Latinoamericana).

El análisis de la evidencia empírica cuantitativa (Capítulo II), particularmente aquella que utiliza las pruebas de causalidad de Granger, respalda esta falta de consenso. Se encontró que los estudios ofrecen resultados heterogéneos que se clasifican en unidireccionales, bidireccionales, no causales y mixtos. Esta diversidad metodológica y de resultados sugiere que la coexistencia demográfica-económica es bastante compleja y que existe una dificultad notoria para interpretar y afirmar si la causalidad es direccional, bidireccional, nula y resultados mixtos.

2. La inestabilidad estructural y la heterogeneidad dominan la dinámica Latinoamericana en el análisis para América Latina (Capítulo III), que empleó la prueba de estacionariedad KPSS con la hipótesis nula de múltiples rompimientos estructurales (una técnica no aplicada previamente en este contexto), demostró la profunda inestabilidad y heterogeneidad de la región.

Mientras que las variables económicas (PIB real, Empleo, Acervo de Capital, etc.) tienden a ser estacionarias con rompimientos estructurales en escenarios de baja varianza homogénea y heterogénea, las variables demográficas (Población total, Tasa bruta de natalidad y Migración neta) muestran resultados más heterogéneos, resultando en algunos casos no estacionarias aun con rompimientos en escenarios de baja varianza heterogénea.

Se evidenció una gran cantidad de rompimientos en casi todas las variables y países, destacando el caso de Honduras con hasta ocho rompimientos estructurales en la variable Población, cumpliendo con el supuesto máximo del modelo aplicado. Este hallazgo subraya que la dinámica demográfica y económica está sujeta a *shocks* frecuentes. La reflexión derivada de estos múltiples rompimientos sugiere que la causalidad entre el crecimiento poblacional y el económico podría deberse a otras variables externas no modeladas directamente (como la inestabilidad política que ha imperado en el siglo XX y principios del XXI en la región).

3. La relación para México es de largo plazo, no lineal y mediada por la productividad, para el estudio específico para México (Capítulo IV), utilizando un Modelo Autorregresivo de Rezagos Distribuidos (ARDL) con un enfoque no lineal, proporcionó evidencia robusta y concluyente: Que existe una relación de largo plazo (cointegración) significativa y estable entre el PIB per cápita y las variables predictoras. El Bounds Test con un estadístico F de 8.836717 superó el límite crítico incluso al 1%, rechazando categóricamente la hipótesis nula de no cointegración. También la relación entre PIB per cápita y población no es simple ni lineal, confirmándose una relación no monótona (forma de "U invertida") al incorporar términos poblacionales al cuadrado y al cubo.

Por otro lado, el factor determinante del PIB per cápita en el largo plazo no es el tamaño poblacional *per se*, sino la participación efectiva de esa población en el aparato productivo y su productividad. Esto se confirmó por la fuerte y positiva influencia de la Intensidad Laboral (INTLAB) y el PIB por trabajador (GDPEPERWOR), con el coeficiente de INTLAB alcanzando una magnitud de 43,458.7 en el largo plazo.

Y el Mecanismo Corrector de Error (ECM) es altamente significativo y negativo (-0.705505). Esta alta velocidad de ajuste (aproximadamente 70.5% del desequilibrio se corrige anualmente) sugiere que la economía mexicana converge rápidamente a su equilibrio de largo plazo ante *shocks* demográficos o productivos.

De manera general, la contribución metodológica y nueva perspectiva en esta investigación cumple su objetivo al aportar nueva evidencia mediante la aplicación de metodologías econométricas robustas (KPSS con múltiples rompimientos y el modelo ARDL con enfoque no lineal) no utilizadas previamente para este contexto específico. Los resultados confirman que la población por sí sola no genera desarrollo; lo que realmente importa es qué hace una sociedad con su gente, priorizando la inversión en capital humano y la capacidad productiva del trabajo.

Este enfoque invita a futuros estudios a ir más allá de la correlación y la causalidad simple, buscando el efecto de las causas, incluso aquellas que se encuentren fuera del terreno estrictamente demográfico o económico.

Referencias

- Afzal, M. (2009). Population Growth and Economic Development in Pakistan. *The Open Demography Journal*, 1-7.
- Aghion, P., & Howitt, P. (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction. *Econometrica*, 60(2), 323-351. Hämtat från <https://web.econ.ku.dk/dalgaard/growth/growth07/AghionHowitt.pdf>
- Aksoy, Y., Basso, H. S., Smith, R. P., & Grasl, T. (2019). Demographic Structure and Macroeconomic Trends. *AMERICAN ECONOMIC JOURNAL*, 11(1), 193–222. Hämtat från <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/mac.20170114>
- Alemu, K. (2020). The Impact of Population Growth on Economic Growth: Evidence from Ethiopia using ARDL Approach . *Journal of Economics and Sustainable Development* , 11(3), 19-33. Hämtat från <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JEDS/article/view/51669/53389>
- Ali, S., Ali, A., & Amin, A. (2013). The Impact of Population Growth on Economic Development in Pakistan. *Middle-East Journal of Scientific Research*, 18(4), 483-491. Hämtat från https://www.researchgate.net/publication/290160021_The_impact_of_population_growth_on_economic_development_in_Pakistan
- Alvarez-Diaz, M., D'Hombres, B., Ghisetti, C., Pontarollo, N., & Lewis, D. (2018). *The Determinants of Population Growth. Literature review and empirical analysis*. Luxembourg: Office of the European Union. Hämtat från <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/202302/1/jrc-wpef201810.pdf>
- An, C.-B., & Jeon, S.-H. (2006). Demographic change and economic growth: An inverted-U shape relationship. *Economics Letters*, 447–454. Hämtat från <https://scihub.se/10.1016/j.econlet.2006.03.030>
- Ángeles-Castro, G. (2013). Crecimiento económico y desarrollo humano en la ciudad de México con respecto a un entorno nacional: una perspectiva neoclásica y dualista. *Economía, Sociedad y Territorio*, XIII(42), 431-475. Hämtat från <https://www.scielo.org.mx/pdf/est/v13n42/v13n42a6.pdf>
- Ángeles-Castro, G. (2013). Crecimineto económico y desarrollo humano en la ciudad de México con respecto a un entorno nacional: una perspectiva neoclásica y dualista. *Economía, Sociedad y Territorio*, XIII(42), 431-475. Hämtat från <https://www.scielo.org.mx/pdf/est/v13n42/v13n42a6.pdf>
- Azam, M., & Khan, H. N. (2020). Testing Malthusian's and Kremer's population theories in developing economy. *International Journal of Social Economics*, 47(4), 523-538. Hämtat från https://www.researchgate.net/profile/Muhammad-Azam-Khan-2/publication/340305714_Testing_Malthusian's_and_Kremer's_population_theories_in_developing_econo

- Azomahou, T., & Mishra, T. (2008). Age dynamics and economic growth: Revisiting the nexus in a nonparametric setting. *Economics Letters*(99), 67-71.
- Bacaer, N. (2008). Verhulst y la ecuación logística en la dinámica de la población. *European Communications in Mathematical and Theoretical Biology*(10), 24-26. Hämtat från https://hal.science/hal-01562340v2/file/Verhulst_es.pdf
- Bai, J., & Perron, P. (1995). Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes. *Massachusetts Institute*, 1-52. Hämtat från <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/63516/estimatingtestin00baij.pdf?sequence=1>
- Barlow, R. (1994). Population Growth and Economic Growth. *Population and Development Review*, 20(1), 153-165. Hämtat från <https://sci-hub.se/10.2307/2137634>
- Baum, C. F. (2005). Stata:The language of choice for time series? *The Stata Journal*, 5(1), 46-63. Hämtat från <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1536867X0500500110>
- Bawazir, A. A., Aslam, M., & Osman, A. B. (2020). Demographic change and economic growth: empirical evidence from the Middle East. *Economic Change and Restructuring*, 1-22. doi:<https://doi.org/10.1007/s10644-019-09254-8>
- Ben-David, D., & Papell, D. H. (1997). Slowdowns and Meltdowns: Postwar Growth Evidence 74 Countries. *Working Paper*(6266), 1-34. Hämtat från https://www.nber.org/system/files/working_papers/w6266/w6266.pdf
- Bianchi, M. (2015). Granger causality in the presence of structural changes. *Bank of England, Threadneedle Street, London*, 3-32. Hämtat från <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/working-paper/1995/granger-causality-tests-in-the-presence-of-structural-changes.pdf>
- Birdsall, N., Kelley, A. C., & Sindig, S. C. (2001). *Population matters : demographic change, economic growth, and poverty in the developing world*. Oxford University Press. Hämtat från <https://academic.oup.com/book/40394>
- Bloom, D. E., Canning, D., & Malaney, P. N. (2000). Population dynamics and economic growth in Asia. *Population and Development Review*, 26, 257-290.
- Bloom, D. E., Canning, D., & Sevilla, J. (2003). *The Demographic Dividend: A New Perspective on the Economic Consequences of Population Change*. Hämtat från <https://www.jstor.org/stable/10.7249/mr1274wfhf-dlpf-rf-unpf>
- Bloom, D. E., Finlay, J., Humair, S., Mason, A., Olaniyan, O., & Soyibo, A. (2015). Prospects for Economic Growth in Nigeria: A Demographic Perspective. *Working Paper Series*(127), 36. Hämtat från <https://www.ntaccounts.org/doc/repository/BFHMOS2010.pdf>
- Boltvinik, J. (1999). ¿Tiene fundamentos científicos el control de la población? *Demos*, 4-5. Hämtat från <https://revistas.unam.mx/index.php/dms/article/view/6728/6248>

- Boserup, E. (1981). Population and Technological Change: A Study of Long-Term Trends. 1-255. Hämtat från ambridge.org/core/journals/journal-of-economic-history/article/abs/population-and-technological-change-a-study-of-longterm-trends-by-ester-boserup-chicago-university-of-chicago-press-1981-pp-xi-255-1750-cloth/A68C9D7DA4692D380DFCFDF0EDC6A6B3
- Brida, J. G., Alvarez, E., Cayssials, G., & Mednik, M. (2023). How does population growth affect economic growth and vice versa? An empirical analysis. *Review of Economics and Political Science*, 266-293.
- Carreto Sanginés, J. (2017). David Ricardo, in memoriam a 200 años de sus Principios. *Ciencia Económica*(11), 49-91. Hämtat från <https://www.economia.unam.mx/cienciaeco/pdfs/num11/02CARRETO.pdf>
- Carrion-i-Silvestre, J. L., Del Barrio Castro, T., & López Baso, E. (2005). Breaking the panels: An application to the GDP per capita. *The Econometrics Journal*, 8(2), 159-175. Hämtat från https://www.researchgate.net/publication/227701583_Breaking_the_Panels_An_Application_to_the_GDP_Per_Capita
- Cerquera Losada, Ó. H., & Clavijo Tovar, M. (2023). Capital humano y crecimiento económico: evidencia empírica para Suramérica. *Apuntes del CENES*, 41 no.73 (73), 145 - 169. doi:<https://doi.org/10.19053/01203053.v41.n73.2022.13679>
- Chang, T., Chu, H.-P., Gupta, R., & Miller, S. (2017). The Relationship between Population Growth and Standard-of-living Growth Over 1870–2013: Evidence from a Bootstrapped Panel Granger Causality Test. *Empirica*, 44(1), 175-201. Hämtat från https://oasis.library.unlv.edu/co_educ_fac_articles/23/
- Chávez, Y., & Medina, P. (2012). Estructura ocupacional y bono demográfico en el Ecuador. *Analitika*, 61-66. Hämtat från https://www.ecuadorencifras.gob.ec/Analitika/Descargas/Estructura_ocupacional_y_bono_demografico_en_el_Ecuador.pdf
- Chirwa, T. G., & Odhiambo, N. M. (2019). The nexus between key macroeconomic determinants and economic growth in Zambia: a dynamic multivariate Granger causality linkage. *Empirical Economics*, 57, 301-327. Hämtat från <https://link.springer.com/article/10.1007/s00181-018-1439-2>
- Choudhry, M. T., & Elhorst, P. J. (2010). Demographic transition and economic growth in China, India and Pakistan. *Economic Systems*(43), 218–236. Hämtat från <https://scihub.se/10.1016/j.ecosys.2010.02.001>
- COALE, A. J., & HOOVER, E. M. (1958). POPULATION GROWTH and ECONOMIC Development in Low-Income Countries. A Case Study of India's Prospects. Princeton University Press. Hämtat från https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781400878598_A26060232/preview-9781400878598_A26060232.pdf
- Coe, T. D., & Helpman, E. (1993). International R. & D. Spillovers. *NBER WORKING PAPER SERIES*(4444), 1-37. Hämtat från https://www.nber.org/system/files/working_papers/w4444/w4444.pdf

- Cox , D. R., & Miller, H. D. (1965). *THE THEORY OF STOCHASTIC PROCESSES*. Hämtat från https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9781351408950_A30855934/preview-9781351408950_A30855934.pdf
- Cramer, J. S. (2003). Introduction. In: *Logit Models from Economics and Other Fields*. Cambridge University Press, 1-8.
- Darrat, A. F., & Al-Yousif, Y. (1999). On the long-run relationship between population and economic growth: some time series evidence for developing countries. *Eastern Economic Journal*, 25(3), 301-313. Hämtat från <https://www.jstor.org/stable/40325933>
- Darrat, A. F., & Al-Yousif, Y. (1999). On the long-run relationship between population and economic growth: some time series evidence for developing countries. *Eastern Economic Journal*, 25(3), 301-313.
- Dawson, P. J., & Tiffin, R. (1998). Is there a long-run relationship between population growth and living standards? The case of India. *Journal of Development Studies*, 34(5), 149-156. doi: 10.1080/00220389808422540
- DESTINOBLAS , A. G. (2007). INTRODUCCION A LOS MODELOS DE CRECIMIENTO ECONÓMICO EXÓGENO Y ENDÓGENO. 2-77. Hämtat från <https://www.eumed.net/libros-gratis/2007a/243/>
- FARIA, J. R., LEÓN-LEDESMA, M. A., & SACHSIDA, A. (2006). Population and Income: Is There a Puzzle? *Journal of Development Studies*, 42(6), 909–917. doi:10.1080/00220380600771745
- Feenstra, R. C., Inklaar, R., & Timmer, M. P. (2015). "The Next Generation of the Penn World Table". *American Economic Review*(10), 3150-3182. Hämtat från <https://www.rug.nl/ggdc/productivity/pwt/related-research>
- Feenstra, R. C., Inklaar, R., & Timmer, M. P. (2015). The Next Generation of the Penn World Table. *American Economic Review*, 105(10). Hämtat från <http://dx.doi.org/10.1257/aer.20130954>
- Furoka, F. (2009). Population Growth and Economic Development: New Empirical Evidence from Thailand. *Economics Bulletin*, 29(1), 1-14.
- Furoka, F. (2013). Is population beneficial to economic growth? An empirical study of China. *Quality and Quantity*, 52(1), 209-225. Hämtat från <https://link.springer.com/article/10.1007/s11135-016-0463-6>
- Furuoka, F. (2009). Population growth and economic development: new empirical evidence from Thailand. *Economics Bulletin*, 29(1), 1-14. Hämtat från https://www.researchgate.net/publication/227355930_Population_Growth_and_Economic_Development_New_Empirical_Evidence_from_Thailand
- Garza-Rodriguez , J., Andrade-Velasco , C., Martinez-Silva , K. D., Renteria-Rodriguez , F. D., & Vallejo-Castillo, P. A. (2016). The relationship between population growth and economic growth in Mexico. *Economics Bulletin*, 36, 97-107.
- Garza-Rodriguez, j., Andrade-Velasco , C. I., Martinez-Silva, K. D., Renteria-Rodriguez, F. D., & Vallejo-Castillo , P. A. (2016). The relationship between population growth and economic growth in

- Mexico. *Economics Bulletin*, 36(1), 97-107. Hämtat från https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=dJwcpiwAAAAJ&citation_for_view=dJwcpiwAAAAJ:W7OEmFMy1HYC
- Gatsi, J. G., & Appiah, M. O. (2020). Population growth, income growth and savings in Ghana. *Journal of Economics and Development*, 22(2), 281-296. Hämtat från <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/jed-12-2019-0078/full/pdf>
- Giles, D. E. (den 19 JUNIO 2013). *Econometrics Beat. el blog de Dave Giles*. Hämtat från <https://davegiles.blogspot.com/2013/06/ardl-models-part-ii-bounds-tests.html>
- González-Bejarano, D. A., & Holguín-García, M. J. (2021). Población y desarrollo sostenible en México:revisión de sus relaciones complejas. *Papeles de población*, 26(6), 131-153. doi:DOI: <http://dx.doi.org/10.22185/24487147.2020.106.33>
- GUJARATI, D. N., & PORTER, D. C. (2010). *Econometría* (Quinta uppl.). México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Hämtat från <https://docs.google.com/file/d/0Byigky4N9NBAQWFSWIZob3R6VTQ/edit?pli=1&resourcekey=0-5-r82HQaMvYAwzErLFWHZA>
- Hadri, k. (2000). Testing for Stationarity in Heterogeneous Panel Data. *The Econometrics Journal*, 148-161. Hämtat från <https://www.scrip.org/reference/referencespapers?referenceid=2980736>
- Hasan, M. S. (2010). The long-run relationship between population and per capita income growth in China. *Journal of Policy Modeling*, 32(3), 355-372. doi:10.1016/j.jpolmod.2009.09.005.
- Hernández Veleros, Z. S., & Serrano Avilés, T. (2018). Estacionariedad, rompimientos y tendencias de la migración internacional de México: causas y consecuencias. *Papeles de Población*(95), 115-151. Hämtat från <https://www.scielo.org.mx/pdf/pp/v24n95/2448-7147-pp-24-95-115.pdf>
- Hernández, V. Z. (Octubre-noviembre 2016). Modelos de crecimiento, estacionariedad y rompimientos:comparación entre las tendencias de crecimiento de las economías de la OCDE y las de los países menos desarrollados. *EL TRIMESTRE ECONÓMICO*, LXXXII(332), 635-678. Hämtat från <http://www.eltrimestreeconomico.com.mx/index.php/te/article/view/235/226> den 11 11 2017
- Huang, T.-H., & Xie, Z. (2013). Population and economic growth: a simultaneous equation perspective. *Applied Economics*(45), 3820–3826.
- HUARANCCA, M., & CASTELLARES, R. (2020). Bono Demográfico, Productividad y Crecimiento Económico. *Revista Estudios Económicos*, 59-38. Hämtat från <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Estudios-Economicos/39/ree-39-castellares.pdf>
- Johonston, J., & DiNardo, J. E. (2001). *Métodos de Econometría*. España: Vines-Vives. Hämtat från https://www.google.com.mx/books/edition/M%C3%A9todos_de_econometr%C3%ADa/PTFYAAAAAJ?hl=es-419
- Jung, W. S., & Quddus. (1986). Economic development and population growth. international evidence. *Economic Analysis Review*, 1(1), 33-46.

- Kaldor, N. (1956). Alternative Theories of Distribution. *The Review of Economic Studies*, 23(2), 83-100. Hämtat från <http://piketty.pse.ens.fr/files/Kaldor1955.pdf>
- Kapuria-Foreman. (1995). Population and growth causality in developing countries. *The Journal of Developing Areas*, 29(4), 531-540. Hämtat från <https://www.jstor.org/stable/4192496>
- Kelley, A. C., & Schmidt, R. M. (1995). Aggregate population and economic growth correlations: the role of the components of demographic change. *Demography*, 32(4), 543-555. doi:102307/261674
- kingsland, S. (1982). The Refractory Model: The Logistic Curve and the History of Population Ecology. *JSTOR*, 57(1), 29-52.
- Kremer, M. (Aug 1993). Population Growth and Technological Change: One Million B.C. to 1990. *JSTOR*, 108(3), 681-716. Hämtat från <https://www.jstor.org/stable/2118405>
- KUZNETZ, S. (1967). Population and Economic Growth. *Population Problems*, III(3), 1 - 34. Hämtat från <https://www.jstor.org/stable/985714>
- Kwiatkowski, D., Phillips , B., & Schmidt , P. (1991). Testing the Null Hypothesis of Stationarity Against the Alternative of a Unit Root: How Sure Are We That Economic Time Series Have a Unit Root? *Cowles Foundation Discussion Papers*(979), 1-23. Hämtat från <https://elischolar.library.yale.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2221&context=cowles-discussion-paper-series>
- Landry, A. (1934). Adolphe Landry et la démographie. *Reveu Francaise de Sociologie*, 111-126. Hämtat från https://www.persee.fr/doc/rfsoc_0035-2969_1982_num_23_1_3545#rfsoc_0035-2969_1982_num_23_1_T1_0116_0000
- Lara Roldan, A., Montoya Arellano, L., Zambrano Arteaga, E., Mora Carpio, W., & Molina Argudo, F. (2024). Análisis económico del crecimiento poblacional y su influencia en el desarrollo socioeconómico ecuatoriano: un enfoque econométrico. *LATAM. REVISTA LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES*, V(5), 1286-1306. Hämtat från <https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/2687/3604>
- Li, H., & Zhang, J. (2007). Do high birth rates hamper economic growth. *The Review of Economics and Statistics*, 89(1), 110-117. doi:10.1162/rest.89.1.110
- Lianos, T. P., Tsounis, N., & Pseiridis, A. (2022). Population and economic growth in developed countries. *INTERNATIONAL REVIEW OF APPLIED ECONOMICS*, 36(4), 608-621. Hämtat från <https://scispace.com/pdf/population-and-economic-growth-in-developed-countries-2lo0396gbz.pdf>
- Liu, J., Wu, S., & Zidek, J. V. (1997). ON SEGMENTED MULTIVARIATE REGRESSION. *Statistica Sinica*(7), 497-525. Hämtat från <https://www3.stat.sinica.edu.tw/statistica/j7n2/j7n213/j7n213.htm>
- Liu, S., & Hu, A. (2013). Demographic change and economic growth: Theory and evidence from China. *Economic Modelling*, 35, 71-77. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.econmod.2013.06.041

- LUCAS Jr, R. E. (1988). *Journal of Monetary Economics*, 22, 3-42. Hämtat från https://web.stanford.edu/~klenow/Lucas_Mechanics.pdf
- Lutkepohl, H. (2005). *Nwe Introduction to multiple Time Series Analysis*. Berlin Heidelberg New York: Springer.
- Mahmoudinia, D., 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*, 1(2), 117-132. Hämtat från https://jep.sbu.ac.ir/article_87504_73cb29343108f82276a78164892ba4cd.pdf
- MALTHUS, R. (1798). *Primer ensayo sobre población*. Aluya. Hämtat från https://ia601409.us.archive.org/3/items/malthus-ensayo-de-poblacion/Malthus%20ensayo%20de%20poblaci%C3%B3n_text.pdf
- Manzano, F. A. (2016). Síntesis de la demografía y la economía. El Producto Bruto Interno (PBI) per cápita. *Bol. Goia. Geogr. (Online). Goiânia*, 36(1), 102-124. Hämtat från <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5401484>
- Manzano, F., & Velázquez, G. (2018). POBLACIÓN Y ECONOMÍA. RECORRIDO HISTÓRICO DEL ESTADO DEL ARTE. *CONICET*, 1-222. Hämtat från <https://igehcs.conicet.gov.ar/wp-content/uploads/sites/104/2019/06/PE.pdf>
- MAYORAL, F. M., & PROAÑO, M. B. (2015). El impacto de las remesas en el crecimiento económico de América Latina, 1975-2012. *América Latina hoy en Redalyc*(61), 141-161. doi: DOI: <http://dx.doi.org/10.14201/alh201569141161>
- Mejía Guevara, I., Vélez Fernández Varela, F., & García López, J. E. (2017). El Primer Dividendo Demográfico y los Esquemas de Protección Social en México. *CEPAL*, 1-20. Hämtat från <https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/mexicodraftoct09.pdf>
- Mendoza Cota, J. E. (2022). ¿Son la desigualdad y la pobreza un freno al crecimiento económico en México? Correlación y causalidad desde una perspectiva regional. *EL TRIMESTRE ECONÓMICO*, LXXXIX (356), 1121-1151. Hämtat från <https://www.scielo.org.mx/pdf/ete/v89n356/2448-718X-ete-89-356-1121.pdf>
- Mulok, D., Asid, R., Kogid, M., & Lily, J. (2011). Economic growth and population growth: empirical testing using Malaysian data. *Interdisciplinary Journal of Research in Business*, 1(15), 17-24.
- Munise , I. Ö., & Bilal , S. (2009). TEMPORAL CAUSALITY BETWEEN POPULATION AND INCOME IN TURKEY: AN ARDL BOUNDS TESTING APPROACH. *Department of Economics, Aksaray University*, 1(1), 163-165. Hämtat från <https://www.ajindex.com/dosyalar/makale/acarindex-1423869014.pdf#:~:text=This%20paper%20aims%20to%20investigate%20the%20causal%20relationship,causality%20between%20per%20capita%20economic%20growth%20and%20population.>
- Musa , A. M. (2015). Econometric Model onPopulation Growth and Economic Development in India:An Empirical Analysis. *Proceedings of the International Symposium on Emerging Trends in Social Science Research*, (ss. 3-5). Chennai-India. Hämtat från

- <https://studyres.com/doc/7820975/econometric-model-on-population-growth-and-economic>
- Nakibullah, A. (1998). Population growth and development: the case of Bangladesh. *Applied Economics Letters*, 5(4), 231-234. doi:10.1080/135048598354870
- nd. (Sf). THEODORE W. SCHULTZ: LA REVOLUCIÓN DEL CAPITAL HUMANO EN LA ECONOMÍA. *interNEXOS*, 1. Hämtat från https://internexos.mx/articulosInteres/pdf/W._SCHULTZ:_LA_REVOLUCION_DEL_CAPITAL_HUMANO_EN_LA_ECONOMIA.pdf
- Notestein, F. W. (1945). POPULATION-THE LONG VIEW. Chicago. Hämtat från <https://figgy.princeton.edu/downloads/413ccf65-7f0e-4140-a786-4ee8feabc1c9/file/833d351d-db87-4c5d-ac6a-3307f43c1214>
- Orlandini, I., & Salamanca, A. (2020). CRECIMIENTO ECONÓMICO Y CRECIMIENTO POBLACIONAL. UNA APLICACION DEL MODELO DE ECUACIONES DIFERENCIALES EN BOLIVIA. *Revista Digital: Investigación y Negocios*, 13(22), 70 - 77. doi:DOI: <https://doi.org/10.38147/invneg.v13i22.101>
- Ortiz, C., & Encalada, J. (2018). TASAS DE FECUNDIDAD Y CRECIMIENTO ECONÓMICO A NIVEL GLOBAL: NUEVA EVIDENCIA PARA PAÍSES CON DIFERENTES NIVELES DE INGRESOS. *Revista SUR ACADEMY*, 9(5), 15-27. Hämtat från file:///C:/Users/UsuarioX/Downloads/joromaque,+Articulo_02++fecundidad+15+-+27.pdf
- Pasaran, H. M., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing to the Anallysis of Log Run Relationships. *Journal of applied econometrics*, 1-41. Hämtat från https://scholar.google.com.mx/scholar?q=pasaran+shin+y+smith+2001&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart
- Pearl, R., & Reed, L. J. (1920). On the Rate of Growth of the Population of the United States Since 1790 and its Mathematical Representation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of América*, 6(6). Hämtat från https://math.bu.edu/people/mak/MA565/Pearl_Reed_PNAS_1920.pdf
- Pegou Sibe, J., Chiatchoua, C., & Noel Megne, M. (2016). The Long Run Relationship between Population Growth and Economic Growth: a Panel Data Analysis of 30 of the most Populated Countries of the World. *Análisis Económico*, XXXI(77), 205-218. Hämtat från <https://www.redalyc.org/pdf/413/41345703009.pdf>
- Pena Trapero, J. B., Estavillo Dorado, J., Galindo Frutos, M. E., Leceta Rey, J. M., & Zamora Sanz, M. (1999). *Cien ejercicios de Econometría*. Madrid: Pirámide. Hämtat från <https://produccioncientifica.ucm.es/documentos/5f9e0d0129995246493cd64a>
- Perron, P., & Vogelsang, T. J. (1992). Nonstationarity and Leve Shifts With an Application to Purchasing Power Parity. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3). Hämtat från <https://sci-hub.st/10.1080/07350015.1992.10509907>

- Perron, P. (1989). The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. *Econometrica*, 57(6), 1361-1401. Hämtat från https://www.fsb.miamioh.edu/lij14/672_perron89.pdf
- Phillips, P. C. (1985). Time Series Regression with a Unit Root. *Cowles Foundation Discussion* (980), 1-30. Hämtat från <https://elischolar.library.yale.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1979&context=cowles-discussion-paper-series>
- Phillips, P. C., & Perron, P. (1986). Testing for a Unit Root in Time Series Regression. *Cowles Foundation Discussion Papers*, 1-31. Hämtat från <https://elischolar.library.yale.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2037&context=cowles-discussion-paper-series>
- PIKKETY, T. (2014). *El Capital en el siglo XXI*. Fondo de Cultura Economica. Hämtat från hrome-extension://efa/https://api.pageplace.de/preview/DT0400.9786071629739_A51078184/preview-9786071629739_A51078184.pdf
- Posada, C. E. (2013). Crecimiento económico y transición demográfica: un modelo y el caso colombiano de los siglos xix y. *Desarrollo y Sociedad*(72), 71 - 103. Hämtat den 12 Agosto 2023
- Posada, C. E. (2013). Crecimiento económico y transición demográfica: un modelo y el caso colombiano de los siglos XIX y XX. *Desarrollo y Sociedad*, núm. 72, 2013, pp. 71-103, 72, 2013, 71-103. Hämtat från <https://www.redalyc.org/pdf/1691/169129783003.pdf>
- Prebisch, R. (1949). *EL DESARROLLO ECONOMICO PARA AMÉRICA LATINA Y SUS PRINCIPALES PROBLEMAS*. Comisión Económica para América Latina (CEPAL). Hämtat från <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/f9d49ebe-08df-4647-a848-1e7615f5f5bc/content>
- Rahman, M. M., Saidi, K., & Mbarek, M.B, M. B. (2017). The effects of population growth, environmental quality and trade openness on economic growth: a panel data application. *Journal of Economic Studies*, 4(3), 456-474.
- Roa García, M. J., & Cendejas , J. L. (2007). CRECIMIENTO ECONÓMICO, ESTRUCTURA DE EDADES Y DIVIDENDO DEMOGRÁFICO. 1-47. Hämtat från <http://www.cide-osu.cide.edu/Sample%20Website/pagina%20web/3.Documentos/Roa%20Cendejas.pdf>
- Rodriguez, Dominguez Domingo;López Herrera Francisco, Mendoza González Miguel Ángel. (Enero-junio 2016). Revisión de la hipótesis de convergencia mediante cointegración en panel: el caso de America Latina. *Economía: Teoría y práctica*(44), 51-82.
- Romer, P. M. (1985). Increasing Returns and Long Run Growth. *Working Paper*(27).
- Romer, P. M. (1990). Endogenous Technological Change. *The Journal of Political Economy*, 8(5), S71-S102. Hämtat från https://web.stanford.edu/~klenow/Romer_1990.pdf
- Rossi, B., & Wang, Y. (2019). Vector autoregressive-based Granger causality test in the presence of instabilities. *The Stata Journal*, 19(4), 883–899. doi:10.1177/1536867X19893631

- Schultz, T. W. (1971). *Investment in Human Capital: The role of education and of research*. UNESCO.
- Schultz, T. W. (1981). *Investing in People: The Economics of Population Quality* (1 uppl.). University of California Press. Hämtat från <https://www.jstor.org/stable/jj.2430762>
- Sebikabu, D. R., Ruvuna, E., & Ruzima, M. (2010). Population Growth's Effect on Economic Development in Rwanda. *In Rwandan Economy at the Crossroads of Development Springer*, 73-95. Hämtat från https://sci-hub.st/10.1007/978-981-15-5046-1_5
- Sebikabu, D. R., Ruvuna, E., & Ruzima, M. (2020). Population Growth's Effect on Economic Development in Rwanda. *In Rwandan Economy at the Crossroads of Development Springer*, 73-95. Hämtat från https://sci-hub.st/10.1007/978-981-15-5046-1_5
- Smith, A. (1776). La Riqueza de las Naciones. ALEJANDRÍA. Hämtat från file:///C:/Users/UsuarioX/Downloads/La_riqueza_de_las_naciones-Adam_Smith.pdf
- Sobrino-Figueroa, L. J. (2020). Crecimiento económico y dinámica demográfica en ciudades de México, 1980-2020. *Papeles de Población*, 26(104), 11-50. doi:<https://doi.org/10.22185/24487147.2020.104.11>
- Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94. Hämtat från <https://pages.nyu.edu/debraj/Courses/Readings/Solow.pdf>
- Song, S. (2013). Demographic Changes and Economic Growth: Empirical Evidence from Asia. *Honoros projects*, 121. Hämtat från <https://core.ac.uk/download/pdf/59227073.pdf>
- Sun, Y., & Andrews, D. W. (2002). Adaptive Local Polynomial Whittle Estimation of Long-range Dependence. *Econometrica*, 1- 45. Hämtat från <https://econweb.ucsd.edu/~yisun/adlocpolywhit.pdf>
- Swan, T. (1956). CRECIMIENTO ECONÓMICO Y ACUMULACIÓN DE CAPITAL. *ECONOMIC RECORD*, 334-361. Hämtat från <https://academic.oup.com/qje/article-abstract/70/1/65/1903777?login=false>
- THOMPSON, W. S. (1929). POPULATION. *THE AMERICAN JOURNAL OF SOCIOLOGY*, 959-975. Hämtat från <https://www.journals.uchicago.edu/doi/epdf/10.1086/214874>
- Thornton, J. (2001). Population growth and economic growth: long-run evidence from Latin America. *Southern Economic Journal*, 68(2), 464-468. doi:10.1002/j.2325-8012.2001.tb00431.x.
- Tsen, W. H., & Furuoka, F. (2005). The Relationship between Population and Economic Growth in Asian Economies. *ASEAN Economic Bulletin*, 22(3), 314-330. Hämtat från <https://www.jstor.org/stable/25773869>
- VO TAN, M. A., & DIEP, T. (2015). DEMOGRAPHIC FACTORS AND ECONOMIC GROWTH: THE BI-DIRECTIONAL CAUSALITY IN SOUTH EAST ASIA. *The ninth Vietnam Economists Annual Meetin*, 11(12), 1-25.

- Yao, W., Hsieh, Y.-C., & Hamori, S. (2007). An Empirical Analysis about Population, Technological Progress, and Economic Growth in Taiwan. *Economics Bulletin*, 15(23), 1-15. Hämtat från <http://economicsbulletin.vanderbilt.edu/2007/volume15/EB-07O00008A.pdf>
- Yao, W., Kinugasa, T., & Hamori, S. (2013). An empirical analysis of the relationship between economic development and population growth in China. *Applied Economics*, 45(33), 4651-4661. Hämtat från <https://sci-hub.se/10.1080/00036846.2013.795284>
- Zivot, E., & Andrews, D. W. (1992). Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis. *JSTOR*, 10(3), 251-270. Hämtat från <https://www.jstor.org/stable/1391541>

Apéndice

Capítulo IV

Tabla 4.8 Prueba de hipótesis variable D(POP).

Prueba	Hipótesis nula y alternativa	Variable	Especificación	Estadístico	Valor Crítico 5%	Conclusión	Año rompimiento
KPSS	H0: I(1) o I(0); H1: I(2)	D(POP)	Constante	0.5918	0.463	No estacionario, I(2)	NA
DF-GLS	H0: I(2) o H1: I(1) o I(0)	D(POP)	Constante	-0.3918	-1.946	No estacionario, I(2)	NA
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	POP	Constante + Tendencia	0.1961	0.146	No estacionario, I(1)	NA
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	POP	Constante	1.0352	0.463	No estacionario, I(1)	NA
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	POP	Constante + Tendencia	-1.675	-3.1548	No estacionario, I(1)	NA
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	POP	Constante	-1.3706	-1.946	No estacionario, I(1)	NA
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	POP	Intercepto	-8.3799	-4.8598	Estacionario, I(0)	1953
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	POP	Tendencia	-9.0202	-4.5248	Estacionario, I(0)	1954
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	POP	Tendencia + Intercepto	-7.8093	-5.1757	Estacionario, I(0)	1954
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	POP	Intercepto	-5.3904	-4.8598	Estacionario, I(0)	2014
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	POP	Tendencia	-5.9299	-4.3635	Estacionario, I(0)	1964
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	POP	Tendencia + Intercepto	-5.5659	-5.1757	Estacionario, I(0)	1953
Prueba Geweke–Porter-Hudak	Serie no estacionaria, explosiva	POP				I(d)=I(1.02631)	NA
Reg. periodograma log. Modificado	Serie no estacionaria, explosiva	POP				I(d)=I(1.01688)	NA
Método Robinson	Serie no estacionaria, pero revierte a la media	POP				I(d)=I(0.7773)	NA
Conclusión		Población es una serie estacionaria con un rompimiento innovativo y/o aditivo					

Fuente: Elaboración con datos propios.

Tabla 4.9 Prueba de hipótesis variable D(GDPEPERCAP)

Prueba	Hipótesis nula y alternativa	Variable	Especificación	Estadístico	Valor Crítico 5%	Conclusión	Año rompimiento
KPSS	H0: I(1) o I(0); H1: I(2)	D(GDPEPERCAP)	Constante	0.090543	0.739	No Estacionario, I(1)	NA
DF-GLS	H0: I(2) o H1: I(1) o I(0)	D(GDPEPERCAP)	Constante	-6.072808	-2.602	No estacionario, I(1)	NA
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	GDPEPERCAP	Constante + Tendencia	0.100427	0.216	Estacionario, I(0)	NA
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	GDPEPERCAP	Constante	0.951813	0.739	No estacionario, I(1)	NA
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	GDPEPERCAP	Constante + Tendencia	-2.126546	-3.721	No estacionario, I(1)	NA
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	GDPEPERCAP	Constante	1.017029	-2.602	No estacionario, I(1)	NA
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	GDPEPERCAP	Intercepto	-4.590191	-5.348	No estacionario, I(1)	1985
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	GDPEPERCAP	Tendencia	-2.270972	-5.067	No estacionario, I(1)	2002
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	GDPEPERCAP	Tendencia + Intercepto	-4.35654	-5.719	No estacionario, I(1)	1985
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	GDPEPERCAP	Intercepto	-3.85005	-5.348	No estacionario, I(1)	1984
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	GDPEPERCAP	Tendencia	-2.345334	-4.91	No estacionario, I(1)	2013
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	GDPEPERCAP	Tendencia + Intercepto	-3.589696	-5.719	No estacionario, I(1)	1984
Prueba Geweke–Porter-Hudak	Serie no estacionaria, pero revierte a la media	GDPEPERCAP				I(d)=I(0.9375)	NA
Reg. periodograma log. Modificado	Serie no estacionaria, pero revierte a la media	GDPEPERCAP				I(d)=I(0.8575)	NA
Método Robinson	Serie no estacionaria, pero revierte a la media	GDPEPERCAP				I(d)=I(0.7616)	NA
Conclusión		PIB per cápita es una serie no estacionaria integrada de orden 1					

Fuente: Elaboración con datos propios.

Tabla 4.10 Prueba de hipótesis variable D(GDPEPERWOR)

Prueba	Hipótesis nula y alternativa	Variable	Especificación	Estadístico	Valor Crítico 5%	Conclusión	Año rompimiento
KPSS	H0: I(1) o I(0); H1: I(2)	D(GDPEPERWOR)	Constante	0.263295	0.463	No estacionario, I(1)	
DF-GLS	H0: I(2) o H1: I(1) o I(0)	D(GDPEPERWOR)	Constante	-4.738501	-1.946072	No estacionario, I(1)	
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	GDPEPERWOR	Constante + Tendencia	0.181435	0.146	No estacionario, I(1)	
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	GDPEPERWOR	Constante	0.515614	0.463	No estacionario, I(1)	
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	GDPEPERWOR	Constante + Tendencia	-1.353711	-3.1484	No Estacionario, I(1)	
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	GDPEPERWOR	Constante	-0.110612	-1.946072	No Estacionario, I(1)	
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	GDPEPERWOR	Intercepto	-4.859727	-4.859812	No Estacionario, I(1)	1981
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	GDPEPERWOR	Tendencia	-2.387897	-4.524826	No Estacionario, I(1)	1965
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	GDPEPERWOR	Tendencia + Intercepto	-3.847092	-5.17571	No Estacionario, I(1)	1982
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	GDPEPERWOR	Intercepto	-4.552442	-4.859812	No Estacionario, I(1)	1984
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	GDPEPERWOR	Tendencia	-2.201849	-4.363511	No Estacionario, I(1)	1953
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	GDPEPERWOR	Tendencia + Intercepto	-3.399666	-5.17571	No Estacionario, I(1)	1983
Prueba Geweke-Porter-Hudak	Serie no estacionaria, pero revierte a la media	GDPEPERWOR				I(d)=I(0.8709)	NA
Reg. periodograma log. Modificado	Serie no estacionaria, explosiva	GDPEPERWOR				I(d)=I(1.1302)	NA
Método Robinson	Serie no estacionaria, pero revierte a la media	GDPEPERWOR				I(d)=I(0.7446)	NA
Conclusión		PIB por trabajador es una serie no estacionaria integrada de orden 1					

Fuente: Elaboración con datos propios.

Tabla 4.11 Prueba de hipótesis variable D(HC).

Prueba	Hipótesis nula y alternativa	Variabl e	Especificació n	Estadístic o	Valor Crítico 5%	Conclusión	Año rompimient o
KPSS	H0: I(1) o I(0); H1: I(2)	D(HC)	Constante	0.599971	0.463	No estacionario, I(2)	I(2)
DF-GLS	H0: I(2) o H1: I(1) o I(0)	D(HC)	Constante	-0.668765	- 1.946072	No estacionario, I(2)	I(2)
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	HC	Constante + Tendencia	0.225448	0.146	No estacionario, I(1)	I(1)
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	HC	Constante	1.023123	0.463	No estacionario, I(1)	I(1)
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	HC	Constante + Tendencia	-1.880229	-3.1484	No Estacionario, I(1)	I(1)
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	HC	Constante	-1.283692	- 1.946072	No Estacionario, I(1)	I(1)
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	HC	Intercepto	-7.207687	- 4.859812	Estacionario, I(0)	I(0)
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	HC	Tendencia	-8.119797	- 4.524826	Estacionario, I(0)	I(0)
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	HC	Tendencia + Intercepto	-6.305572	-5.17571	Estacionario, I(0)	I(0)
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	HC	Intercepto	-5.288233	- 4.859812	Estacionario, I(0)	I(0)
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	HC	Tendencia	-5.522993	- 4.363511	Estacionario, I(0)	I(0)
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	HC	Tendencia + Intercepto	No estimable	No estimable		
Prueba Geweke–Porter-Hudak	Serie no estacionaria, explosiva	HC				I(d)=I(1.0862)	NA
Reg. periodograma log. Modificado	Serie no estacionaria, pero revierte a la media	HC				I(d)=I(0.9120)	NA
Método Robinson	Serie no estacionaria, pero revierte a la media	HC				I(d)=I(0.7881)	NA
Conclusión		Capital humano es una serie estacionaria con un rompimiento innovativo y/o aditivo					

Fuente: Elaboración con datos propios.

Tabla 4.12 Prueba de hipótesis variable D(CK).

Prueba	Hipótesis nula y alternativa	Variabl e	Especificació n	Estadístic o	Valor Crític o 5%	Conclusión	Año rompimient o
KPSS	H0: I(1) o I(0); H1: I(2)	D(CK)	Constante	0.655361	0.463	No estacionario, I(2)	NA
DF-GLS	H0: I(2) o H1: I(1) o I(0)	D(CK)	Constante	2.638528	-1.946	No estacionario, I(1)	NA
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	CK	Constante + Tendencia	0.205112	0.146	No estacionario, I(1)	NA
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	CK	Constante	0.935157	0.463	No estacionario, I(1)	NA
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	CK	Constante + Tendencia	-1.213451	-3.158	No Estacionario, I(1)	NA
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	CK	Constante	1.494781	-1.946	No Estacionario, I(1)	NA
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	CK	Intercepto	0.278754	-4.86	No Estacionario, I(1)	2013
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	CK	Tendencia	-3.34213	-4.525	No Estacionario, I(1)	2004
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	CK	Tendencia + Intercepto	-3.200381	-5.176	No Estacionario, I(1)	2001
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	CK	Intercepto	-3.283702	-4.86	No Estacionario, I(1)	1996
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	CK	Tendencia	-5.031229	-4.364	Estacionario, I(0)	1990
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	CK	Tendencia + Intercepto	-3.815539	-5.176	No Estacionario, I(1)	1995
Prueba Geweke–Porter-Hudak	Serie no estacionaria, pero revierte a la media	CK				I(d)=I(0.8051)	NA
Reg. periodograma log. Modificado	Serie no estacionaria, explosiva	CK				I(d)=I(1.8851)	NA
Método Robinson	Serie no estacionaria, pero revierte a la media	CK				I(d)=I(0.7440)	NA
Conclusión	Acervo de capital es una serie no estacionaria integrada de orden 1						

Fuente: Elaboración con datos propios.

Tabla 4.13 Prueba de hipótesis variable D(EMP).

Prueba	Hipótesis nula y alternativa	Variabl e	Especificació n	Estadístic o	Valor Crítico 5%	Conclusión	Año rompimiento
KPSS	H0: I(1) o I(0); H1: I(2)		Constante	0.9287	0.463	No estacionario, I(2)	NA
DF-GLS	H0: I(2) o H1: I(1) o I(0)	D(EMP)	Constante	-2.6896	-1.946	No estacionario, I(1)	NA
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	EMP	Constante + Tendencia	0.2484	0.146	No estacionario, I(1)	NA
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	EMP	Constante	1.0123	0.463	No estacionario, I(1)	NA
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	EMP	Constante + Tendencia	-0.8764	-3.1516	No Estacionario, I(1)	NA
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	EMP	Constante	0.6805	-1.946	No Estacionario, I(1)	NA
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	EMP	Intercepto	-3.4339	-4.8598	No Estacionario, I(1)	2009
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	EMP	Tendencia	-4.2499	-4.5248	No Estacionario, I(1)	1971
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	EMP	Tendencia + Intercepto	-4.057	-5.1757	No Estacionario, I(1)	1968
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	EMP	Intercepto	-2.7644	-4.8598	No Estacionario, I(1)	1958
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	EMP	Tendencia	-4.0531	-4.3635	No Estacionario, I(1)	1972
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	EMP	Tendencia + Intercepto	-4.2034	-5.1757	No Estacionario, I(1)	1968
Prueba Geweke–Porter-Hudak					I(d)=I(1.0223)	NA	Serie no estacionaria, explosiva
Reg. periodograma log. modificado					I(d)=I(1.4996)	NA	Serie no estacionaria, explosiva
Método Robinson					I(d)=I(0.7957)	NA	Serie no estacionaria, pero revierte a la media
Conclusión		Personas ocupadas es una serie no estacionaria integrada de orden 1					

Fuente: Elaboración con datos propios.

Tabla 4.14 Prueba de hipótesis variable D(DELTA).

Prueba	Hipótesis nula y alternativa	Conclusión	Variable	Especificación	Estadístico	Valor Crítico 5%	Año rompimiento
KPSS	H0: I(1) o I(0); H1: I(2)	No estacionario, I(1)		Constante	0.051804	0.463	NA
DF-GLS	H0: I(2) o H1: I(1) o I(0)	No estacionario, I(1)	D(DELTA)	Constante	-4.707878	-1.946072	NA
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	No estacionario, I(1)	DELTA	Constante + Tendencia	0.193088	0.146	NA
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	Estacionario, I(0)	DELTA	Constante	0.299141	0.463	NA
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	Estacionario, I(0)	DELTA	Constante + Tendencia	-3.479161	-3.1484	NA
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	Estacionario, I(0)	DELTA	Constante	-3.094527	-1.946072	NA
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	Estacionario, I(0)	DELTA	Intercepto	-5.033418	-4.859812	2002
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	Estacionario, I(0)	DELTA	Tendencia	-5.109884	-4.524826	1982
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	Estacionario, I(0)	DELTA	Tendencia + Intercepto	-5.579614	-5.17571	1978
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	Estacionario, I(0)	DELTA	Intercepto	-4.945451	-4.859812	2001
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	Estacionario, I(0)	DELTA	Tendencia	-5.090189	-4.363511	1986
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	No Estacionario, I(1)	DELTA	Tendencia + Intercepto	-4.203392	-5.17571	1968
Prueba Geweke–Porter-Hudak		NA	DELTA			I(d)=I(0.3432)	Serie estacionaria
Reg. periodograma log. Modificado		NA	DELTA			I(d)=I(0.1877)	Serie estacionaria
Método Robinson		NA	DELTA			I(d)=I(1.0833)	Serie no estacionaria, explosiva
Conclusión			Tasa promedio de depreciación es una serie estacionaria con un rompimiento innovativo y/o aditivo, o sin rompimiento				

Fuente: Elaboración con datos propios.

Tabla 4.15 Prueba de hipótesis variable D(INTLAB).

Prueba	Hipótesis nula y alternativa	Variable	Especificación	Estadístico	Valor Crítico 5%	Conclusión	Año rompimiento
KPSS	H0: I(1) o I(0); H1: I(2)	D(INTLAB)	Constante	0.5898	0.463	No estacionario, I(2)	NA
DF-GLS	H0: I(2) o H1: I(1) o I(0)	D(INTLAB)	Constante	-2.5735	-1.9462	No estacionario, I(1)	NA
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	INTLAB	Constante + Tendencia	0.1827	0.146	No estacionario, I(1)	NA
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	INTLAB	Constante	0.9355	0.463	No estacionario, I(1)	NA
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	INTLAB	Constante + Tendencia	-1.0778	-3.1452	No Estacionario, I(1)	NA
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	INTLAB	Constante	0.0667	-1.9462	No Estacionario, I(1)	NA
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	INTLAB	Intercepto	-4.3066	-4.8598	No Estacionario, I(1)	1974
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	INTLAB	Tendencia	-3.8029	-4.5248	No Estacionario, I(1)	1959
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	INTLAB	Tendencia + Intercepto	-3.8066	-5.1757	No Estacionario, I(1)	2009
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	INTLAB	Intercepto	-3.8524	-4.8598	No Estacionario, I(1)	1977
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	INTLAB	Tendencia	-3.3429	-4.3635	No Estacionario, I(1)	2014
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	INTLAB	Tendencia + Intercepto	-3.6098	-5.1757	No Estacionario, I(1)	1956
Prueba Geweke–Porter-Hudak		INTLAB			I(d)=I(1.1807)	NA	Serie no estacionaria, explosiva
Reg. periodograma log. Modificado		INTLAB			I(d)=I(1.2013)	NA	Serie no estacionaria, explosiva
Método Robinson		INTLAB			I(d)=I(0.8690)	NA	Serie no estacionaria, pero revierte a la media
Conclusión		Intensidad laboral o cociente de trabajadores a población total es una serie no estacionaria integrada de orden 1					

Fuente: Elaboración con datos propios.

Tabla 4.16 Prueba de hipótesis variable D(RGDPE).

Prueba	Conclusión	Variable	Especificación	Hipótesis nula y alternativa	Estadístico	Valor Crítico 5%	Año rompimiento
KPSS	No estacionario, I(2)	D(RGDPE)	Constante	H0: I(1) o I(0); H1: I(2)	0.5548	0.463	NA
DF-GLS	No estacionario, I(1)	D(RGDPE)	Constante	H0: I(2) o H1: I(1) o I(0)	-5.8117	-1.9462	NA
KPSS	No estacionario, I(1)	RGDPE	Constante + Tendencia	H0: I(0); H1: I(1)	0.1757	0.146	NA
KPSS	No estacionario, I(1)	RGDPE	Constante	H0: I(0); H1: I(1)	0.9973	0.463	NA
DF-GLS	No Estacionario, I(1)	RGDPE	Constante + Tendencia	H0: I(1); H1: I(0)	-0.3294	-3.1452	NA
DF-GLS	Estacionario, I(0)	RGDPE	Constante	H0: I(1); H1: I(0)	2.6141	-1.9462	NA
ADF, ruptura OI	No Estacionario, I(1)	RGDPE	Intercepto	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	-2.6591	-4.8598	1974
ADF, ruptura OI	No Estacionario, I(1)	RGDPE	Tendencia	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	-3.2192	-4.5248	1959
ADF, ruptura OI	No Estacionario, I(1)	RGDPE	Tendencia + Intercepto	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	-3.7248	-5.1757	2009
ADF, ruptura OA	No Estacionario, I(1)	RGDPE	Intercepto	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	-2.7988	-4.8598	1977
ADF, ruptura OA	No Estacionario, I(1)	RGDPE	Tendencia	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	-2.9535	-4.3635	2014
ADF, ruptura OA	No Estacionario, I(1)	RGDPE	Tendencia + Intercepto	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	-3.1853	-5.1757	1956
Prueba Geweke-Porter-Hudak	NA	RGDPE				I(d)=I(0.9875)	Serie no estacionaria, pero revierte a la media
Reg. periodograma log. Modificado	NA	RGDPE				I(d)=I(1.2882)	Serie no estacionaria, explosiva
Método Robinson	NA	RGDPE				I(d)=I(0.7646)	Serie no estacionaria, pero revierte a la media
Conclusión		PIB real por el lado de la demanda es una serie no estacionaria integrada de orden 1					

Fuente: Elaboración con datos propios.

Tabla 4.17 Prueba de hipótesis variable D(RGDPO).

Prueba	Hipótesis nula y alternativa	Variab le	Especificación	Estadísti co	Valor Crítico 5%	Conclusión	Año rompimiento
KPSS	H0: I(1) o I(0); H1: I(2)	D(RGDPO)	Constante	0.4994	0.463	No estacionario, I(2)	NA
DF-GLS	H0: I(2) o H1: I(1) o I(0)	D(RGDPO)	Constante	-6.0959	-1.9462	No estacionario, I(1)	NA
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	RGDPO	Constante + Tendencia	0.1694	0.146	No estacionario, I(1)	NA
KPSS	H0: I(0); H1: I(1)	RGDPO	Constante	0.995	0.463	No estacionario, I(1)	NA
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	RGDPO	Constante + Tendencia	-0.4736	-3.1452	No Estacionario, I(1)	NA
DF-GLS	H0: I(1); H1: I(0)	RGDPO	Constante	4.2905	-1.9462	Estacionario, I(0)	NA
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	RGDPO	Intercepto	-3.0361	-4.8598	No Estacionario, I(1)	1974
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	RGDPO	Tendencia	-3.218	-4.5248	No Estacionario, I(1)	1959
ADF, ruptura OI	H0: I(1) con OI; H1 con: I(0) con OI	RGDPO	Tendencia + Intercepto	-3.7549	-5.1757	No Estacionario, I(1)	2009
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	RGDPO	Intercepto	-3.1547	-4.8598	No Estacionario, I(1)	1977
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	RGDPO	Tendencia	-3.0225	-4.3635	No Estacionario, I(1)	2014
ADF, ruptura OA	H0: I(1) con OA; H1 con: I(0) con OA	RGDPO	Tendencia + Intercepto	-3.4743	-5.1757	No Estacionario, I(1)	1956
Prueba Geweke–Porter-Hudak		RGDPO			I(d)=I(0.9860)	NA	Serie no estacionaria, pero revierte a la media
Reg. periodograma log. Modificado		RGDPO			I(d)=I(1.2485)	NA	Serie no estacionaria, explosiva
Método Robinson		RGDPO			I(d)=I(0.7710)	NA	Serie no estacionaria, pero revierte a la media
Conclusión	PIB real por el lado de la oferta es una serie no estacionaria integrada de orden 1						

Fuente: Elaboración con datos propios.