



Universidad Autónoma del
Estado de México



Facultad de Economía

Licenciatura en Economía

“Crecimiento económico y medioambiente en México: un
análisis del deterioro de la biocapacidad ambiental, 1980 a
2022”

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA:

Alan Johann Alba Miranda

ASESOR:

Dr. Leobardo de Jesús Almonte

REVISORAS

Dra. Yolanda Carbajal Suárez

Dra. Liliana Rendón Rojas

Toluca de Lerdo, Estado de México

Octubre de 2024

Resumen

El crecimiento económico de largo plazo es uno de los principales temas que se estudian en la economía. Puntualmente, la relación que hay entre el crecimiento económico y el medio ambiente ha sido estudiada por la Curva Ambiental de Kuznets (*EKC*, en inglés) y la maldición de los recursos naturales. Sin embargo, en este trabajo presenta el modelo Solw-Swan propuesto por Romer (2006) donde se integra el deterioro ambiental como variable explicativa del crecimiento económico. Al igual que Xepapadeas (2005) el interés de este documento es la búsqueda de la integración del crecimiento y el medioambiente a largo plazo. ¿Qué comportamiento existe entre crecimiento económico y el medioambiente en México de 1980 a 2022? ¿Realmente el deterioro del medioambiente ha frenado el crecimiento económico de México de 1980 a 2022? Son las preguntas principales que persigue esta investigación. Además, los estudios han dado diversas explicaciones sobre el lento crecimiento de México como la insuficiencia de inversión pública, una disminución de la participación de la industria manufacturera en la estructura de la economía, entre otros (Ros, 2013; Carbajal, De Jesús, Mejía-Reyes, 2016). En este contexto, el objetivo de este trabajo es analizar la interacción de los factores productivos, capital y trabajo, y el medioambiente con el crecimiento económico, con el propósito de identificar el papel del medioambiente en la explicación del lento crecimiento de México en el periodo 1980-2022. Para cumplir con los objetivos y probar las hipótesis, la estructura de este trabajo se describe a continuación. En el capítulo primero, se analiza el vínculo entre el crecimiento económico y medioambiente. El segundo capítulo desarrolla el panorama mexicano en el crecimiento de largo plazo está situado en un evidente lento crecimiento, desde 1982 se ha desacelerado la economía, debido a cambios en la estrategia económica del funcionamiento del país, las prolongadas y recurrentes recesiones internas, y en suma las externas. En el capítulo tercero se describe el contexto mexicano del crecimiento económico medido por el Producto Interno Bruto (PIB), la Biocapacidad (BC), la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF), la población ocupada (L), de 1980 a 2022. Además de mostrar la metodología econométrica de la regresión lineal múltiple, los supuestos que se necesitan. De manera formal se expresará el método econométrico de Mínimo Cuadrados Ordinarios (MCO). Finalmente, se presentarán las principales

conclusiones, donde los resultados obtenidos se traducen en que el crecimiento económico de México de 1981 a 2022 es impulsado por la FBKF en cerca del 0.24%. Lo que evidencia la falta de capital en la economía mexicana. En tanto, el factor trabajo es el que más impulsa a la economía en alrededor del 0.42%. Mientras que la biocapacidad puede disminuir la dinámica de crecimiento hasta en -0.61%. por lo que la conclusión principal de esta tesis es que la pérdida de biocapacidad es un factor que explica el lento crecimiento de México que, incluso, se puede convertir en un freno al crecimiento.

Índice

Introducción general.....	5
Capítulo 1. Crecimiento económico y medioambiente. Argumentos teóricos	11
1.1. La importancia del crecimiento económico	12
1.2 Crecimiento económico y medioambiente	14
1.3. La maldición de los recursos naturales	22
1.4. La curva ambiental de Kuznets (EKC)	23
1.5. Críticas a la EKC	28
1.6. La teoría neoclásica del crecimiento: Solow-Swan	29
1.6.1. Modelo de Solow ambiental y el deterioro ambiental como freno al crecimiento	34
Conclusiones preliminares	37
Capítulo 2. Crecimiento y medioambiente en México. Revisión de literatura.....	40
2.1. Panorama del crecimiento en México, previo a 1980	41
2.2. El crecimiento económico en México, 1982 a 2022	43
2.3. Crecimiento económico y la industria	50
2.4. Crecimiento e inversión	54
2.5 Crecimiento e Infraestructura	56
2.6. Crecimiento y sector externo	57
2.7. La maldición de los recursos naturales en México	60
2.8. Estudios de la EKC para México	63
2.9. Crecimiento económico y medioambiente. Otros enfoques	73
Conclusiones preliminares	76
Capítulo 3. Crecimiento y medioambiente. La evidencia empírica para México, 1980-2022.....	78
3.1. Especificación general de un modelo de regresión lineal múltiple	79
3.2. El método Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)	81
3.3. Descripción de los datos y estructura de las variables	82
3.4. Las relaciones entre las variables del modelo Solow ambiental	91
3.5. El modelo de Solow ambiental para México, 1981-2022. Resultados	96
Conclusiones preliminares	99
Conclusiones Generales	101
Referencias.....	104
Anexo	124

Introducción general

El desarrollo sostenible es uno de los principales objetivos aún pendiente de la humanidad, donde se aspira a integrar la mejora continua social, económica y la calidad del medioambiente. El medioambiente se interpreta como todo lo que rodea a los seres vivos. La contaminación del aire, suelo, tierra, agua no solo disminuye lo que en la microeconomía se conoce como utilidad individual, y el beneficio social. Sino que, además, causa riesgos y daños a la salud humana por lo que deben ser atendidos holísticamente y a la brevedad (Silveira, Ferreira, y Miranda, 2024; Fjeld, DeVol, y Martinez, 2023; Xepapadeas, 2005).

En 1994 en un informe de la Organización de Naciones Unidas (ONU), del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); se planteó frente a los nuevos retos de la acelerada globalización el concepto de seguridad humana. Este se fundamenta en la libertad que existe en las necesidades humanas como el hambre; o una libertad disminuida por el miedo como lo es el temor a la delincuencia. La seguridad humana se aborda multidimensionalmente, específicamente en siete aspectos donde la inseguridad de una dimensión repercutirá al resto de ellas. Estas dimensiones son seguridad alimentaria, seguridad en la salud, seguridad económica, seguridad personal, seguridad de la comunidad, seguridad política, y finalmente seguridad ambiental (PNUD, 1994).

La seguridad alimentaria aspira a la accesibilidad universal y en todo momento tanto físico como económico de alimentos básicos, simultáneamente estos alimentos satisfagan las necesidades dietéticas de las personas. Esta seguridad se relaciona con la seguridad económica y la seguridad de la salud. Seguridad de la salud hace referencia desde la prevención de enfermedades, hasta la atención y reducción de las principales causas de muerte de la humanidad; además contemporáneamente podemos hablar de las pandemias de la enfermedad del COVID-19 y la obesidad, entre otras (PNUD, 1994).

La seguridad económica habla acerca de un ingreso digno para los individuos, que cubra los gastos básicos como alimentos, salud, vestimenta, vivienda, transporte, entre otros. La clásica perspectiva de seguridad, donde se

relacionada con la delincuencia y la violencia, o la protección del Estado del terrorismo, es conocido como la seguridad personal para el PNUD (PNUD, 1994).

La seguridad de la comunidad amplifica la seguridad a distintas agrupaciones como las inequidades en perspectiva de género, la persecución racial y religiosa, la homofobia, entre otros asuntos. El respeto y divulgación de los derechos humanos están impregnados en la seguridad política donde se vela por los derechos humanos fundamentales (PNUD, 1994).

Finalmente, pero no menos importante, se menciona la seguridad ambiental, donde se plantea un medioambiente digno para la humanidad sin importar nacionalidad, raza, etc., y en cada individualidad, además de heredar un ambiente digno a las futuras generaciones (PNUD, 1994).

El cambio climático causado por los Gases de Efecto Invernadero (GEI) implica transformaciones al clima del planeta que ocasionan un relevante impacto en la vida, y en la geofísica (Tommasino Foladori y Taks, 2005). En este sentido, los desastres climáticos y geofísicos generaron mundialmente la lamentable muerte de aproximadamente 1.3 millones de personas de 1998 a 2017, los desastres relacionados con el clima en todo el mundo representaron el 77% de los casi 3 billones de dólares en pérdidas económicas directas causadas por desastres. (ONU, 2019). El caso mexicano se describe con los datos del InInflaciónstituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en la temática de costos totales por agotamiento y degradación ambiental han aumentado en mayor medida que el crecimiento económico (PIB real base 2018) desde que inició su registro en 2003 (Véase INEGI, varios años). Únicamente en tres ocasiones el crecimiento económico fue mayor, siendo en los años 2006, 2013, y en el 2020.

En la actualidad, el cambio climático, y el daño al medioambiente (como ejemplos, la tala de bosques, la contaminación del aire, agua y suelo) han acentuado problemas económicos mundiales y en México como la inflación en alimentos (Köse y Ünal 2024; Odongo *et al.*, 2022). La riqueza de recursos naturales de México es incuestionable. En este sentido, Morales-Torrado (2011) enlista a México como la décima nación a nivel mundial en riqueza natural total con datos de la *National Bureau of Economic Research (NBER)* del 2000 debajo de Argelia octava, e India novena. México se encuentra en el selecto club mundial de países

considerados “megadiversos”, y sitúa en cuarto lugar, en el rubro de riqueza de especies (Sarukhán *et al.*, 2017).

El cuidado del medioambiente y los recursos naturales, debe ser una prioridad para alcanzar un bienestar social tanto a nivel mundial, como para México. Tomando en cuenta el trabajo de Burck *et al.* (2023) autores del *Climate Change Performance Index* (CCPI) México en 2008 por única vez estuvo entre los países a la vanguardia en la atención al cambio climático. En contraste, en 2024 ocupa el lugar 38, históricamente el peor sitio. A pesar del boom que se vivió en la transición a la producción de energía renovable principalmente en 2022 a nivel mundial motivada por la pandemia de COVID-19 y la invasión rusa a Ucrania. Contrario a la tendencia global, México históricamente no ha impulsado en su transición energética, y en el contexto actual tampoco lo ha impulsado. Esto muestra un descuido en la política anti-cambio climático y los acuerdos firmados sobre el desarrollo sustentable.

México se encuentra entre las 13 naciones que mundialmente emiten más emisiones de contaminantes de CO₂, aportando cerca del 1.4% de emisiones mundiales en los años de 2005 a 2018 (Statista, Energy & Environment, 2021).

La importancia de estudiar el crecimiento y el deterioro al medioambiente radica principalmente en prevenir una aceleración en la pobreza en general, y particularmente en la alimentaria debido a un estrés del suelo donde se cosecha, menor filtración de agua al descuidar los bosques. Estos entre otros graves fenómenos que pueden llevar a cambios irreversibles planetarios en el medioambiente (Xepapadeas 2005; Gill *et al.* 2018; Leal y Marques, 2022).

La economía mundial no presenta el mismo ritmo de crecimiento de 1961 a 1973. Ahora se percibe una desaceleración comparada con el periodo mencionado. Hausmann *et al.* (2005) describe al crecimiento acelerado con el criterio de que el PIB per cápita crece a velocidad de 3.5% sostenido 10 años cuando menos. México mantiene una distancia a ese crecimiento acelerado del que se habla. Aunque se cuenta con un vasto acervo de investigaciones del lento crecimiento mexicano en el periodo analizado que explican el fenómeno por una diversidad de factores. No existen trabajos que estudien el lento crecimiento de México y su relación con los recursos naturales y/o el medioambiente. Las investigaciones se han centrado en

estudiar la maldición de los recursos naturales y la Curva Ambiental de Kuznets (*EKC*, en inglés) respectivamente.

La diferencia que plantean Sánchez *et al.* (2019) entre recursos naturales y medioambiente puede sintetizarse en que los recursos naturales pertenecen a una parte del medioambiente. Este trabajo abordará el análisis medioambiental, lo que indica que incluye los recursos naturales implícitamente.

El planteamiento de Xepapadeas (2005) concuerda con esta investigación, por lo tanto, el interés es mutuo en la búsqueda de la integración del crecimiento y el medioambiente a largo plazo. ¿Qué comportamiento existe entre crecimiento económico y el medioambiente en México de 1980 a 2022? ¿Realmente el deterioro del medioambiente ha frenado el crecimiento económico de México de 1980 a 2022? Son las preguntas principales que persigue esta investigación.

Los estudios han dado diversas explicaciones sobre el lento crecimiento de México como la insuficiencia de inversión pública, una disminución de la participación de la industria manufacturera en la estructura de la economía, entre otros (Ros, 2013; Carbajal, De Jesús, Mejía-Reyes, 2016).

En este contexto, el objetivo de este trabajo es analizar la interacción de los factores productivos, capital y trabajo, y el medioambiente con el crecimiento económico, con el propósito de identificar el papel del medioambiente en la explicación del lento crecimiento de México en el periodo 1980-2022.

De manera puntual se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- a) Estructurar un marco teórico suficiente para reflexionar y entender cómo se ha estudiado la relación del crecimiento económico y el medioambiente.
- b) Analizar la literatura del crecimiento económico y el medioambiente, para contextualizar el problema específico para México.
- c) Estimar, a partir del método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), una función de producción neoclásica ampliada con una variable medioambiente, para identificar si el deterioro del medio ambiente se ha convertido en factor de freno al crecimiento en el periodo 1980-2022.

La hipótesis central busca dar evidencia de que el deterioro del medioambiente, medido por un indicador de biocapacidad para México, es un freno para el crecimiento económico de largo plazo.

Para cumplir con los objetivos y probar las hipótesis, la estructura de este trabajo se describe a continuación.

En cada capítulo se hace una breve introducción y describe su estructura. En el capítulo primero, se analiza el vínculo entre el crecimiento económico y medioambiente que ha existido siempre, pero su estudio puede remontarse a Quesnay (1758), o a Malthus (1798). El retorno del tema en la insistencia de los trabajos de Georgescu-Roegen (1971), y Meadows (1972). El consenso para el concepto del desarrollo sostenible, y la Curva Ambiental de Kuznets (*EKC*) que ha incentivado la investigación, hasta llegar al modelo de Solow-Swan de crecimiento que describen Barro y Sala-i-Martin, (2012), Weil (2006) y Sala-i-Martin, (2000). Después se describe el planteamiento de Romer (2006), para crear un modelo Solow-Swan que contemple al medioambiente en la explicación del crecimiento a largo plazo.

El segundo capítulo desarrolla el panorama mexicano en el crecimiento de largo plazo está situado en un evidente lento crecimiento, desde 1982 se ha desacelerado la economía, debido a cambios en la estrategia económica del funcionamiento del país, las prolongadas y recurrentes recesiones internas, y en suma las externas. La variedad de ángulos en los que se ha estudiado el crecimiento relaciona a la industria en específico a la manufactura, la inversión pública y privada, el sector externo, el sistema financiero, el gasto público, y el capital humano. Igualmente, se hace una revisión de la bibliografía que ha estudiado la maldición de los recursos naturales, la *EKC* y otros estudios sobre recursos naturales, el medioambiente y el crecimiento.

En el capítulo tercero se describe el contexto mexicano del crecimiento económico medido por el Producto Interno Bruto (PIB), la Biocapacidad (BC), la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF), la población ocupada (L), de 1980 a 2022. Además de mostrar la metodología econométrica de la regresión lineal múltiple, los supuestos que se necesitan. De manera formal se expresará el método econométrico de Mínimo Cuadrados Ordinarios (MCO), que será ocupado para

realizar los resultados empíricos. Seguido a esto, se describirán los datos de las variables seleccionadas para efectuar el modelo ambiental de Solow de 1980 a 2022. Se elaborará el modelo de crecimiento, se analizarán y discutirán los resultados.

Finalmente, se presentarán las principales conclusiones a las que se llegaron en esta investigación.

Capítulo 1. Crecimiento económico y medioambiente. Argumentos teóricos

“Sin ningún género de dudas, la teoría del crecimiento económico es la rama de la economía de mayor importancia y la que debería ser objeto de mayor atención entre los investigadores económicos” (Sala-i-Martin, 3pp, 2000). Weil (2006) muestra que las investigaciones en economía se centralizan principalmente en las palabras clave: inflación y crecimiento económico.

Pero: ¿Qué importancia tiene el crecimiento económico? El crecimiento tiene relevancia para satisfacer la necesidad de la sociedad, en todos sus sentidos. En este sentido, el objetivo del capítulo 1 es estructurar un marco teórico suficiente para reflexionar y entender cómo se ha estudiado la relación del crecimiento económico y el medioambiente. Se divide en cuatro partes, y se muestra como ha sido la conexión entre el crecimiento económico, los recursos naturales y el medioambiente a lo largo del tiempo. La aspiración es tratar de sintetizar lo que ya han escrito los especialistas. Es indispensable mencionar el concepto de desarrollo sostenible, al investigar el crecimiento económico, el medioambiente, y los recursos naturales.

Para la segunda parte, se muestra los dos principales paradigmas que son la llamada maldición de los recursos naturales y la Curva Ambiental de Kuznets (*EKC*), donde se describen de manera general la evolución de estos paradigmas de su origen a hasta la actualidad, incluyendo algunas críticas a la *EKC*.

La tercera parte inicia describiendo la teoría neoclásica del crecimiento encabezada por el modelo *Solow-Swan* que permitió a la humanidad analizar el comportamiento del capital físico, la población, la depreciación del capital físico, y el ahorro para el crecimiento. La segunda mitad de este tercer apartado se centra en la propuesta de Nordhaus (1992), sobre la medición del freno a la economía que se tiene debido a la escasez relativa de los recursos naturales. Se describe el modelo de crecimiento económico de Solow-Swan desarrollado por Romer (2006) en una versión que incluye a los recursos naturales.

Por último, se incluyen las conclusiones preliminares del capítulo que buscan sintetizar los puntos principales del capítulo.

1.1. La importancia del crecimiento económico

Las preocupaciones de individuos y sociedades se centran en las necesidades, que requieren ser satisfechas. En el mundo contemporáneo, estas necesidades comúnmente se satisfacen por medio de la producción de bienes y servicios; además buscan mejorar constantemente el bienestar de los individuos y de las sociedades (Banguero, 2020).

Desde los cimientos de la economía como ciencia social, se ha manifestado el interés en el crecimiento económico a largo plazo; con Adam Smith y su obra "*An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*"; enfatizó en el análisis en los temas siguientes: 1) división del trabajo, 2) el estudio de la dinámica de los precios y de la asignación eficiente de los recursos, y finalmente; 3) la naturaleza del crecimiento económico. Actualmente la riqueza de un país es la capacidad de producción de su sociedad. A pesar del paso de los siglos, los economistas siguen en búsqueda de pistas sobre el misterio del crecimiento económico (Helpman, 2004; Ekelund, 2006).

Además, otros economistas denominados "clásicos" como David Ricardo o Thomas Malthus conceptualizan pensamientos importantes para el crecimiento económico; planteándose en definiciones como los rendimientos decrecientes, el nexo con la acumulación de capital físico o humano, el comportamiento que hay con el progreso tecnológico. ¿Qué sucede con la especialización del trabajo? ¿Cómo usar el enfoque competitivo como instrumento de análisis del equilibrio dinámico? (Sala-i-Martin, 2000).

Es relevante dimensionar que la importancia del crecimiento económico conlleva una función determinante para medir el desempeño y el bienestar de una sociedad (Abel y Bernanke, 2004).

El crecimiento económico, posibilita conocer de manera más detallada las características de una sociedad y, sobre todo, enfocarse en situaciones que pueden mejorarse, de esta manera contribuir al bienestar de la sociedad. Las tasas de crecimiento en el largo plazo, aun con diferencias mínimas, pueden ocasionar brechas significativas en los niveles de producción per cápita (Sala-i-Martin, 2000).

La teoría del crecimiento busca referenciar sistemáticamente las diferentes vías de equilibrio para las economías, y hacer énfasis en la comparación de panoramas (Solow, 2018). El crecimiento económico mundial que describió Ros (2004b), señalaba divergencia de las economías. Dicho aumento entre las brechas era causado por las menores tasas de actividad económica de los países de ingresos medio y bajos. De esta manera, se puede explicar las diferencias en las economías de los continentes, regiones, países, entidades federativas (en perspectiva mexicana), municipios; e incluso colonias.

El crecimiento económico se centra en el estudio de la producción o el ingreso de una economía, o per cápita y es medido principalmente el Producto Interno Bruto (PIB), el Producto Neto Bruto (PNB), entre otros indicadores. Es destacable mencionar que, a diferencia del crecimiento económico, el desarrollo económico es una combinación de crecimiento autosostenible, cambios estructurales en los patrones de producción, actualización tecnológica, modernización social, política e institucional, y mejoramiento generalizado del bienestar humano. Implica más que un crecimiento de la producción per cápita. Significa la reducción de la pobreza, el desempleo y la desigualdad. El Índice de Desarrollo Humano (IDH) es una de las formas de medirlo (Grabowsky, Self y Shields, 2013). Al respecto, Ros (2014) escribió que, a pesar de ser distantes, y en ocasiones hostiles; la teoría del crecimiento económico y la del desarrollo económico han aportado nuevos conocimientos y análisis, además de complementarse en varios casos.

En este sentido, Weil (2006) describe un ejemplo sobre el panorama de Egipto, Indonesia y Brasil; países no denominados de cierta forma ricos, los cuales, en términos generales de la población, en los últimos años han gozado de un nivel de vida que no tenía comparación hace 100 años; además de aspirar a una esperanza de vida mayor a la gozada por la nobleza británica a comienzos del siglo XX. Gylfason (2001) menciona que la esperanza de vida promedio en los países en desarrollo, se ha incrementado en promedio 4 meses anualmente desde 1970.

Hallegatte *et al.* (2011), se refiere a los resultados del PIB per cápita, que han aumentado 80% en países en desarrollo en las últimas dos décadas, donde se muestra como un impulso para mejorar la sociedad. Cerca de 500 millones de

personas han reducido su pobreza, los autores destacan los casos de China y Ghana. En este sentido, un crecimiento acelerado es parte de la respuesta para reducir la pobreza extrema en México (Lustig, 2001).

1.2 Crecimiento económico y medioambiente

El medioambiente y sus componentes posee múltiples funcionalidades y relaciones entre sí, de los cuales la humanidad aún está descubriendo. Algunos seres humanos solo piensan en los recursos, y su explotación para su uso y disfrute estrictamente propio de nuestra especie.

La relevancia del medioambiente en la economía se manifiesta de forma indispensable. Debido a que si el planeta Tierra hipotéticamente no tuviera los recursos naturales. La humanidad no podría satisfacer sus necesidades más básicas. Todo lo que nos alimenta, lo que nos viste, los equipos que nos transportan, las construcciones; absolutamente toda actividad que el humano realice indispensablemente ocupará en mayor o menor proporción los recursos naturales. Por ende, los recursos naturales son necesarios para el crecimiento económico.

Cuando hablamos de la relación entre el ser humano y medioambiente, se considera que siempre se ha necesitado transformar el medioambiente para vivir, y para sobrevivir. Simultáneamente también se requiere recuperar o beneficia al medioambiente, con el mismo propósito por el que se destruye. Lo importante en esta conexión es que se tenga un equilibrio (Tommasino Foladori y Taks, 2005).

El pensamiento económico con relación con el medioambiente se puede remontar a la época de la escuela de la “fisiocracia” proveniente del griego “gobierno de la naturaleza” surgida en Francia en el siglo XVIII, que llegó a su máximo esplendor con la obra de Quesnay en 1758 “*Le Tableau économique*”. Que destacaban las bondades del aumento de producir riquezas renacientes (recursos renovables) evitando externalidades negativas a los bienes de fondo (consumo de acervo); también definieron el producto o renta neta (Ekelund, 2006).

La aportación sobre la tasa de variación que ocasiona el factor “tierra” y su progresión aritmética, comparada con el comportamiento de la tasa de crecimiento geométrico de la población que propuso Malthus en 1798. Ha creado diversos debates que prioritariamente incitan a la reflexión y valoración de los recursos

naturales; del análisis del crecimiento poblacional y la demografía; y por supuesto, el crecimiento económico (Ekelund, 2006).

El paradigma económico en el desenlace de la Segunda Guerra Mundial, se centraba en estimular y mantener el crecimiento económico. Llegando a la década de los setenta, y los años consecuentes marcaron un cambio en la perspectiva anterior del crecimiento económico. En primer lugar, la crisis de 1973 ocasionada por miembros de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), y su control de precios del petróleo; evidenció la alta demanda energética de combustión masiva de fósiles no renovables (Perren y Padín, 2019).

En segundo lugar, el deterioro ambiental por la industrialización se hizo más visible en los efectos de la industrialización. Y la explotación demográfica en países no desarrollados forzó los recursos que terminan empeorando la pobreza, y el equilibrio ecológico planetario. Con la llegada de los movimientos sociales ambientalistas, en la economía surgió de la rama economía aplicada, la llamada economía de los recursos naturales. Esta rama, retoma algunas ideas de Malthus, David Ricardo, Pigou, Hotelling y Cose. De esta forma se impulsó la investigación y el análisis de la economía y el medioambiente (Labandeira, León y Vázquez, 2007).

Existe una gran variedad de opiniones en la temática del crecimiento económico y la naturaleza. Los ecologistas representan el polo que se oponen al beneficio del crecimiento económico, que consideran que el crecimiento económico solo lleva a la devastación del hábitat, continuando con posturas escépticas radicales, seguras de que el crecimiento económico responde a los problemas medioambientales (De Castro, 2009).

Algunas destacadas reflexiones sobre el daño al medioambiente, que ponen en duda el paradigma económico son "*The Entropy Law and the Economic Process*" de Georgescu-Roegen (1971) y "*The limits to growth*" (1972). Estas obras mencionan que la acumulación de residuos, además de la contaminación necesaria para el funcionamiento de la economía, dañan la naturaleza y por lo tanto el bienestar de la sociedad. Se abre una especie de caja de pandora al debate político, social e intelectual otorgándole mayor importancia al cuidado de la ecología que previamente tenía.

Georgescu-Roegen (1971) se centra en las leyes de la termodinámica y su relación con los procesos económicos, le recordó a la economía que la materia no se crea, ni se destruye, solo se transforma. La transformación de la materia hace que, por ejemplo, las cenizas del carbón ya no sean útiles para calentar, o para producir energía. Así, ciertas transformaciones de los recursos ya no pueden utilizarse para las mismas actividades económicas. Actualmente hay estudios como el de Figueroa (2013), donde se plantea que la economía ha intensificado el uso de recursos no renovables, lo cual lógicamente significa un freno al crecimiento económico. El documento expone un modelo entrópico donde muestra: 1) cuando el nivel de consumo es insostenible y por lo tanto insostenible es el crecimiento económico; 2) cuando el crecimiento económico crea mayor desigualdad de consumo intergeneracional; 3) el escenario donde existe desigualdad entre países desarrollados (mayor límite de crecimiento) con los no desarrollados (menor límite de crecimiento).

Un análisis sobre los límites de la producción de energía y los principales minerales ocupados para generar energía es la investigación de Nordhaus (1974), en sus atribuciones destacan su preocupación por los agravios al ambiente, pero da confianza y fe al progreso tecnológico como la solución.

Dasgupta y Heal (1974) estudian el agotamiento de recursos necesarios en la producción, la tasa óptima de inversión; en la planificación inter temporal en el uso de recursos. Donde se plantea si agotar completamente los recursos; o desgastarlos lentamente sin consumirlos por completo. Al igual de las complicaciones generacionales, en cuestiones de azares como si la exploración e investigaciones para sustituir recursos escasos son exitosos.

En otra perspectiva Solow (1974) explora las consecuencias de una aplicación directa del principio máximo-mínimo al problema intergeneracional de la acumulación óptima de capital. Con el caso más simple posible principalmente (población constante, sin progreso técnico, sin recursos naturales escasos); y secundariamente agrega complicaciones al modelo. Se llega a encontrar dificultades en el criterio máx-min que requiere un stock de capital inicial lo suficientemente grande como para soportar un nivel de vida decente, de lo contrario perpetúa la pobreza, pero no logra describir porque el stock de capital inicial nunca

debería haber sido acumulado. Asimismo, la perspectiva es conservadora cuando hay una población estacionaria y un progreso técnico ilimitado. En el caso de los recursos limitados y agotables parte de la suposición de que la elasticidad de sustitución entre los recursos naturales y el trabajo y los bienes de capital es mayor a la unidad. Los recursos finitos (excepto el reciclaje completo) deben de utilizarse óptimamente según las reglas generales que rigen el uso óptimo de los activos reproducibles. Las generaciones previas tienen derecho a reducir el fondo común óptimo, siempre que agreguen óptimamente al stock de capital reproducible.

Por otro lado, Stiglitz (1974), menciona que el cambio técnico, y el uso de factores de producción creados por el hombre como el capital y los rendimientos a escala remedian los límites naturales. Y busca la optimización del crecimiento, la tasa de extracción y la tasa de ahorro. Concluye que el crecimiento incentivado por el consumo per cápita es sostenible.

En el trabajo de Nordhaus (1977), aporta legitimidad a las preocupaciones sobre el CO₂, el cual puede afrontarse con la transición energética principalmente a energías de menor emisiones de CO₂, propone la fisión, la fusión, la energía solar y geotérmica.

Dasgupta y Heal (1979) clasifican los recursos agotables entre esenciales y no esenciales: los esenciales si debe disminuir a cero, y no esencial si el consumo general puede seguir su dinámica sin este específico recurso. La clasificación depende de la elasticidad de sustitución entre los recursos y otros insumos.

Algunos autores, como Huetting (1980) pone en duda la eficacia de los precios sombra de funciones ambientales, incluso la medición del PIB como un indicador del bienestar social. Llegando a desarrollar una obra que cuestiona la prioridad del crecimiento económico en la sociedad.

Goodland y Ledec, (1987), parten desde el objetivo de relacionar el análisis económico con el ecológico de manera armoniosa. Debido a las discrepancias como la subestimación de las grandes preocupaciones ambientales con las herramientas del costo-beneficio, o los precios sombra, que poco pueden hacer con los efectos irreversibles y las extinciones de especies en ecosistemas. En este estudio se sugiere el uso de las normas mínimas de seguridad como un instrumento complementario ambiental para el análisis costo-beneficio.

En este entorno, a lo largo de la historia se ha avanzado en repensar el crecimiento de las naciones en un contexto de sostenibilidad. Uno de los primeros organismos internacionales preocupados por la relación entre recursos naturales y el ser humano; fue lo que hoy en día se conoce como la *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) en 1948 donde se trataron los desafíos ambientales y de desarrollo que enfrentaba ya el planeta (Christoffersen, 1997). Por lo que podemos percatarnos que los retos mundiales en el uso del medioambiente natural llevan un periodo considerable sin que se hayan realizado cambios significativos.

Posteriormente en 1955, se celebró el coloquio *Man's role in Changing the Face of the Earth* en Princeton, fomentado principalmente por geógrafos, liderados por Carl O. Sauer, que con poco tiempo se hizo un documento referente para temáticas de transformaciones de la faz de la Tierra por acciones humanas (Capel, 2003).

Con el tiempo Rachel Carson publicó *Silent Spring* de 1962, el cual destacó la conciencia ambiental para esas generaciones sobre la contaminación que la industria química ocasiona (Paull, 2013). En junio 1971, en Founex Suiza, se realizó un Seminario de personas ligadas a la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Comercio y Desarrollo (UNCTAD), al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (*GATT*, en inglés) y la *Food and Agriculture Organization* (FAO), entre otras instituciones. Dicha reunión dio frutos con la demostración de la no contradicción absoluta entre la idea de protección al medioambiente, y, por otra parte, la aspiración al desarrollo (Martins, 1995; Pierri, 2005; Estenssoro y Devés, 2013).

La publicación "*The limits to growth*", retoman los pensamientos aportados en Founex, se enfocó en el estudio de 5 preocupaciones mundiales: 1) la industrialización acelerada; 2) el rápido crecimiento de la población 3) escasez general de alimentos; 4) el deterioro de los recursos no renovables; y 5) el deterioro ambiental. Donde las opciones para seguir creciendo económicamente eran los esperanzadores avances tecnológicos y científicos, o el estado estacionario mundial (Meadows *et al.*, 1972; Dobson, 1997; Estenssoro y Devés, 2013).

Para el año 1983 la Organización de Naciones Unidas (ONU) estableció la Comisión Mundial sobre el Medioambiente y el Desarrollo (CMMD), resultado de la preocupación internacional por el medioambiente. Más tarde, en abril de 1987 la CMMD publica "Nuestro Futuro Común" como parte de su informe, liderado por Gro Harlem Brundtland. Donde se redacta el concepto de "desarrollo sostenible" (Martins, 1995; Pierri, 2005; Estenssoro y Devés, 2013).

"El Desarrollo sostenible es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades" (WCED 1987: 43).

En los últimos años el concepto y los valores del desarrollo sostenible sigue evolucionando y afirmándose:

Reafirmamos también que es necesario lograr el desarrollo sostenible promoviendo un crecimiento sostenido, inclusivo y equitativo, creando mayores oportunidades para todos, reduciendo las desigualdades, mejorando los niveles de vida básicos, fomentando el desarrollo social equitativo y la inclusión, y promoviendo la ordenación integrada y sostenible de los recursos naturales y los ecosistemas, que contribuye, entre otras cosas, al desarrollo económico, social y humano y facilita al mismo tiempo la conservación, la regeneración, el restablecimiento y la resiliencia de los ecosistemas frente a los problemas nuevos y en ciernes. (Asamblea General de las Naciones Unidas 2012, párrafo 4)

Recientemente, Sachs (2015) resume las aspiraciones del desarrollo sostenible en: una buena sociedad: la prosperidad económica; la inclusión y la cohesión social; la sostenibilidad ambiental; y la buena gobernanza de los gobiernos y las empresas.

Solow (1992), acepta los límites característicos del PIB y del PNB para medir el bienestar de la sociedad, y de la degradación del medioambiente. Propone plantear la calidad ambiental como un stock de un capital que se deprecia cuando hay más contaminantes y se invierte cuando se reducen los contaminantes. La importancia de la sustentabilidad destaca en su capacidad para producir y satisfacer la posteridad. Subraya la complejidad de la cual las economías en desarrollo, tienen que lidiar con la reducción de la pobreza a costa del daño ambiental.

Chichilnisky (1996), utilizó dos axiomas para el desarrollo sostenible en 3 teoremas. El teorema 1 analizó el desarrollo sostenible, la utilidad descontada, límite inferior a largo plazo, criterios de adelantamiento y recuperación, el criterio de Ramsey, las reglas de John Rawls y el criterio de satisfacción de las necesidades básicas, pero todos rechazan los axiomas de sustentabilidad. El teorema 2 representa todas las preferencias sostenibles independientes y continuas. El teorema 3 muestra que, en general, las trayectorias de crecimiento sostenible no pueden aproximarse mediante trayectorias que se aproximen a los óptimos descontados.

Eisenmenger *et al.* (2020) mencionan que las sociedades actuales deben ser conscientes de los límites planetarios; además de simultáneamente, reconocer la dependencia mutua entre las actividades socioeconómicas y sus bases biofísicas. Al analizar las metas e indicadores, es notable la jerarquización del crecimiento económico sobre la integridad ecológica. Las soluciones propuestas se fundamentan en las mejoras de la eficiencia en lugar de reducciones absolutas en el uso de recursos. Si bien estas mejoras son indispensables, para el cumplimiento de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible parecen ser inalcanzables para el año 2030. Sin considerar que de estos 17 objetivos pueden tener omisiones o imprevistos que perjudiquen a la naturaleza.

El modelo DICE es propuesto en Nordhaus (1992), apoyándose por la elección inter temporal de Ramsey. Donde la disyuntiva es consumir bienes y servicios, invertir en capital productivo o frenar el cambio climático. Afirma que se debe equilibrar los costos de actuar anticipadamente o arriesgarse a que sea tarde. Propone usar la geoingeniería. Acepta, y menciona las limitantes de su análisis como la no inclusión de fallas de mercado, pérdida de la capa de ozono, o contaminación del aire.

Chichilnisky *et al.* (1995) elaboraron un modelo en el que la utilidad es afectada por el consumo como el stock de recursos naturales, donde los recursos son agotables por el consumo. La solución de maximizar la utilidad a largo plazo presenta la existencia de la “Regla de Oro Verde”, una extensión a la original de la de Phelps (1991).

Para el crecimiento económico y recursos naturales, De Castro (2009), menciona que es producto de un proceso de acumulación de capital que se compone por elementos físico, natural, humano, intelectual y social; que se incentiva con el progreso tecnológico. Y supone que la escasez de recursos no renovables naturales y la degradación del medioambiente harán que las tasas de crecimiento se reduzcan, y subraya la importancia de estudiar el crecimiento sostenible generacional en el tiempo.

La definición de crecimiento verde de Hallegatte *et al.* (2011) se fundamenta en mejorar la eficiencia y resiliencia de la economía y el ambiente; además de conciliar el crecimiento de coyuntura y el de largo plazo. Analizan cómo las políticas de crecimiento verde pueden mejorar la economía. Mencionan como una administración forestal aminora la erosión del suelo, que se traduce en una agricultura más productiva. Así puede que buscando cuidar el medioambiente se impulse mercados más cercanos a lo óptimo.

Las conclusiones del documento apuntan que los beneficios de la salud pública, mejorar la calidad de vida, y usar el capital natural como un sostenible factor de producción. Algunas políticas pueden verse costosas en el corto plazo. Sin embargo, otras pueden mejorar las fallas de mercado, difundir la innovación y mejorar la eficiencia económica. No todo debe ser medible por el PIB, la contabilidad verde ayuda a las políticas. Los autores no sugieren precaución con el uso de precio correctos para implementar políticas verdes, se recomienda incluir normas y regulación, producción pública e inversión directa, creación y difusión de información, educación y persuasión moral, o políticas industriales y de innovación.

1.3. La maldición de los recursos naturales

En esta perspectiva, Auty y Warhurst (1993a) estudian las economías mineras. Su trabajo enfatiza en las llamadas “enfermedades holandesas”, las cuales son las repercusiones por tener mayores ingresos debido a descubrimientos de recursos naturales; lo que puede ocasionar que el sector extractor pueda causar la reducción de la exportación de manufacturas y productos primarios. Su estudio se centra en las economías mineras que dependen altamente en su PIB, para ser una economía altamente minera, debe tener al menos el 10 % de su PIB focalizado en el sector extractor. Además, se caracterizan por su captación de divisas en 40 % o más de la minería. Para lograr el desarrollo sostenible se tiene que resolver el “mal holandés”.

La obra de Auty (1993b) es considerada como el génesis de la hipótesis donde las economías que mantienen riqueza en sus recursos naturales también se pueden caracterizar en tener un crecimiento económico poco notable; lo que se puede traducir en una peculiar “maldición de los recursos naturales” o “paradoja de la abundancia”. los cuales pueden socavar o retrasar la diversificación de sectores de un país o su transición a tecnologías más ambientales en países como Perú, Bolivia, Chile, Jamaica, Zambia y Papua Nueva Guinea.

Por otro lado, Sachs y Warner, (1995) analizan el crecimiento económico en economías con riqueza en recursos naturales, que han crecido lentamente comparadas con economías con escasos recursos naturales, en el periodo de 1971-1989. A pesar de controlar variables que se consideran importantes para el crecimiento económico, como el ingreso per cápita inicial, la política comercial, la eficiencia del gobierno, las tasas de inversión y otras variables. Se estudian las posibles vías de esta relación negativa estudiando los efectos entre países de la dotación de recursos sobre la política comercial, la eficiencia burocrática y otros determinantes del crecimiento. También aportan un modelo teórico simple de crecimiento endógeno que podría ayudar a explicar la relación negativa observada. Concluyen que quizá la abundancia en recursos naturales no interviene en el crecimiento, pero si en el consumo interno real, o también conocido como consumo interno a precios constantes.

Gylfason (2001) analiza de 1965 a 1990 en un gran número de países las características de la relación entre la afluencia de recursos naturales y el crecimiento económico. Plantea la desventaja de regiones tropicales (climas cálidos y húmedos), con mayores riesgos de enfermedad y miseria. La relación inversa entre riqueza natural y crecimiento a largo plazo se explica; por la enfermedad holandesa ya sea por el tipo de cambio real o los salarios, los que provocan una disminución de exportaciones que frena al crecimiento. La educación se afecta debido a la poca exigencia educativa en la fuerza laboral del sector primario, lo que reduce la mano de obra calificada para otras actividades. La búsqueda de rentas que desvíen el interés y los esfuerzos de la sociedad a intereses infértiles. Además de las fallas de organización y política económica.

Para Sachs y Warner (2001) la mayoría de los países ricos en recursos naturales se estancaron en su crecimiento a inicios de los 70's, en este artículo, muestra poca significancia directa de condiciones geográficas o climáticas para explicar el estancamiento. Además, se percibe que estas economías, solían ser economías con dilemas con precios generalizados altos. Pero el impulso que las exportaciones del sector primario y de extracción natural ocasionaron no era suficiente para madurar su economía.

Badeeb *et al.* (2017) describen la evolución de la maldición de los recursos. Las explicaciones primordiales del estancamiento económico a largo plazo se remontan al fenómeno del mal holandés, la volatilidad de los precios de las materias primas, los fracasos de la política económica y el abandono de la educación, la búsqueda de rentas, la debilidad de las instituciones y la corrupción. Considera que un pilar de la hipótesis es la enfermedad holandesa, la cual puede afectar a la competitividad de todas las exportaciones, además puede disminuir la inversión. Otro pilar es la volatilidad de los precios de los recursos naturales en los mercados globales que afecta las finanzas públicas. Concluyen que hace falta mejorar las políticas de diversificación de sectores económicos en los países abundantes en recursos naturales, para hacer énfasis en no tener dependencia de estos recursos.

1.4. La curva ambiental de Kuznets (EKC)

La *EKC* ha sido una de las hipótesis más estudiadas por la economía ambiental contemporáneamente. Esta es la principal en la relación crecimiento económico y recursos naturales (Dinda, 2004; Labandeira y Vázquez, 2007; Zilio, 2011). A pesar de llevar más de tres décadas esta hipótesis, sus resultados han sido variados, no hay un consenso claro de cómo se comporta la *EKC* (Leal y Marques, 2022).

Un estudio acerca de las características y las causas de los cambios a largo plazo en la distribución personal del ingreso. Plantea la pregunta ¿La desigualdad en la distribución del ingreso aumenta o disminuye en el curso del crecimiento económico? Génera la curva de Kuznets original; la hipótesis es que, los países no desarrollados iniciaron con cierta igualdad; sin embargo, en el proceso de desarrollo nacional el ingreso se concentra constantemente y comienza a existir desigualdad del ingreso, donde la brecha se extiende a medida que el desarrollo avanza. Más tarde, con cierto nivel de desarrollo, la relación igualdad e ingreso personal se vuelve negativa, es decir, cuando crece el desarrollo la brecha de desigualdad del ingreso disminuye. Finalmente, se regresa a la igualdad inicial de los países (Kuznets, 1955).

Con el tiempo, en la recta final del siglo pasado, la *ECK* se modificó con un enfoque que atendería la temática ambiental. Grossman y Krueger analizaron la relación entre distintos gases como el dióxido de azufre y el ingreso per cápita por vez primera. Estudiaron los posibles efectos ambientales del *The North American Free Trade Agreement (NAFTA)*, en inglés firmado en 1994.

Shafik y Bandyopahyay (1992), sondean el nexo del crecimiento económico y la calidad del medioambiente con 8 indicadores ambientales. Sus hallazgos son: 1) el ingreso per cápita tiene el efecto más significativo en la calidad ambiental; 2) hay indicadores que mejoran cuando se asciende a ingresos medios; 3) la tecnología mejora la calidad ambiental; 4) los resultados econométricos destacan que el comercio, la deuda y otras variables de política macroeconómica parecen tener poco efecto sobre el medioambiente, a menos que las políticas se asocian a problemas ambientales específicos; 5) la evidencia muestra que es posible crecer de algunos problemas ambientales.

La diferencia con la propuesta de Kuznets consiste en sustituir la desigualdad por degradación de medioambiente, fue acuñada por Panayotou (1993) como la

Curva ambiental de Kuznets (*EKC*, *Environmental Kuznets Curve* en inglés). Es decir, que la relación entre crecimiento económico (PIB per cápita en la mayoría de los casos) y daño a los ecosistemas al inicio es positiva, pero a un nivel de crecimiento, el desgaste del medioambiente deja de ser creciente y después de un punto de inflexión se crea una relación negativa, dibujando una forma de U invertida (Panayotou, 1993; Dinda, 2004; Zilio 2011; Leal y Marques, 2022).

Para Grossman y Krueger (1991), el crecimiento económico afecta ecológicamente en 3 formas: escala económica, avances tecnológicos y composición económica. Las consecuencias de la escala económica suponen que se demandan más insumos para una mayor producción, dicha producción genera más basura, desechos, y emisión de contaminantes. Los efectos de composición económica a medida que aumentan los ingresos. La estructura de la economía supone que procuran aumentar gradualmente las actividades más limpias, o se mejoran los procesos para disminuir las externalidades. Tecnológicamente porque se sustituyen las tecnologías por unas más eficientes y sostenibles.

Panayotou (1993) menciona que la situación ambiental depende de: 1) el nivel o tamaño de la economía; 2) la estructura sectorial económica; 3) la antigüedad de la tecnología; 4) la demanda de los servicios ambientales; 5) finalmente, de los gastos de conservación ambiental y su efectividad.

La función de la *EKC* se describe en Labandeira y Vázquez (2007)

$$I = f(Y, T, F) \quad (1)$$

donde I mide el Índice de calidad ambiental, con la renta per cápita, Y, la tendencia temporal, T, y otro tipo de características o efectos fijos, F, como la disponibilidad de recursos o el tipo de políticas públicas

La mayoría de los modelos econométricos de la *EKC*, son de la siguiente forma:

$$I_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_{it} + \alpha_2 T_i + \alpha_3 F_i + e_{it} \quad (2)$$

$$I_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln Y_{it} + \beta_2 (\ln Y_{it})^2 + \beta_3 T_i + \beta_4 F_i + e_{it} \quad (3)$$

$$I_{it} = \theta_0 + \theta_1 \ln Y_{it} + \theta_2 (\ln Y_{it})^2 + \theta_3 (\ln Y_{it})^3 + \theta_4 T_i + \theta_5 F_i + e_{it} \quad (4)$$

con e_{it} como el término de error estocástico o aleatorio.

La *EKC* se ha llegado a segmentar principalmente en 3 etapas, la fase inicial de una economía con mayor aportación del sector primario (donde la deforestación y la erosión del suelo son sus principales afectaciones), un segundo tramo con mayor peso en el sector secundario (periodo de mayor desgaste de la naturaleza), y finalmente el periodo de una economía donde predomina el sector terciario, en este momento es cuando se reduce el menoscabo ambiental (Dinda, 2004; Panayotou, 1993).

En el momento donde la industria es el sector dominante, la polución crece rápidamente debido a que la sociedad otorgará mayor prioridad al aumento de la producción material y los trabajadores están más interesados en su empleabilidad e ingresos que en un entorno con aire y agua limpios (Dasgupta *et al.*, 2002). La población puede no tener el ingreso suficiente para poder cubrir los daños a los hábitats, o existe la eventualidad de que desconozcan las consecuencias de la actividad económica (Dinda, 2004).

Algunos autores describieron sus preocupaciones por la capacidad del planeta, como es el caso de Arrow *et al.* (1995) y de la dependencia de las economías hacia los sistemas ecológicos que las sostienen. También alertan de la posible mala interpretación de la *EKC*. Lo que consecuentemente desplazaría o evitaría que se realicen las políticas necesarias para mantener la armonía entre crecimiento económico y recursos naturales.

En otro sentido, la preocupación por los motivos por los que individuos y sociedades se interesaban en el daño ecológico. Se realizaron estudios de la elasticidad del ingreso de la demanda de calidad ambiental. Se supone que, a mayores ingresos, las sociedades manifestarán su interés en comprar productos más ecológicos, realizar donaciones o voluntariado a organizaciones medioambientales, y pueden llegar a exigir legislaciones medioambientales más rigurosas. En general, la elasticidad ingreso de la demanda de calidad ambiental supera la unidad, por lo cual se considera un “bien de lujo” (Dinda, 2004).

Desde Grossman y Krueger (1991), comienza una relación entre la *EKC* y con lo que con el tiempo se conocería como *Pollution Haven Hypothesis (PHH)*, también conocida como *Displacement Hypothesis* una hipótesis en la cual plantea como un avance en las regulaciones ambientales y la restricción al daño ambiental

en países desarrollados. Ocasionado que los sectores más contaminantes migren a otros países con legislaciones menos estrictas y más flexibles en parte como Inversión Extranjera Directa (IED); así la degradación ambiental no se soluciona, sino que simplemente se ubica en otro espacio (Dinda, 2004; Gill *et al.*, 2018; Leal y Marques, 2022).

De esta forma la relación entre la *EKC* y la *PHH* se da, cuando se explica que los países que logran el *turning point* para reducir sus contribuciones al agravio ecológico. Puede que lo logren a costa de que los sectores contaminantes migren a los países que maximicen sus utilidades, donde la cultura y legislatura ambiental esté menos desarrollada, y finalmente seguir causando perjuicio al planeta (Dinda, 2004; Gill *et al.*, 2018; Leal y Marques, 2022).

Si seguimos la relación *EKC* y la *PHH*, existe la posibilidad de que las economías desarrolladas con la reasignación de capitales intenten frenar sus fugas de capital mediante la relajación de la legislación ambiental (Jaffe *et al.*, 1995; Dinda, 2004;).

La mayoría de los trabajos que entrelazan un impacto directo a la salud humana, suelen mejorar constantemente con el crecimiento económico. En divergencia, los problemas de externalidades pueden ni siquiera tener *turning point* (Dinda, 2004).

Zllio (2011) estudia la *EKC* para varios países de América Latina y el Caribe de 1970 a 2008. Concluye que 3 países podrían cumplir con la *EKC* utilizando estimaciones Kernel. En contraparte, la mayoría de los países observados en los que se encuentra México, tienen menores probabilidades de poder realizar la transición sostenible suficiente para hacer frente al cambio climático y sus efectos en el mediano plazo.

Otro fenómeno que se ha encontrado es el de Shafik, (1994), donde la relación de las variables es cúbica y no cuadrada. Lo que puede ocasionar que, en vez de una U invertida, la gráfica muestra una N.

Özokcu y Özdemir (2017) investigan la relación entre el ingreso per cápita y las emisiones de CO₂ per cápita se examinan bajo dos circunstancias. En una se estudia en el período de 1980 y 2010 a 26 países de la OCDE de altos ingresos y a 52 países en desarrollo. Los resultados del análisis de datos de panel muestran que

la curva en forma de N invertida, que no mantiene la *EKC*. La indagación sobre el nexo energía, medioambiente y crecimiento económico, proporciona los mismos resultados para los 2 grupos.

Con la aplicación de la bibliometría y el metaanálisis Sarkodie y Strezov, (2019). Destacan que la literatura reciente de la *EKC*, los factores de mayor significancia para la *EKC* son los factores de escala, la composición y el efecto de la técnica; elasticidad ingreso de la calidad ambiental; y el comercio internacional (IED, difusión de tecnologías modernas, *PHH*, y entre otros).

1.5. Críticas a la *EKC*

Algunas críticas que ha recibido la *EKC*, según Dinda, (2004) van en dirección de la incapacidad del método de investigación de establecer un balance en los sistemas ambientales que son interdependientes y multidependientes de sí mismos para seguir sus procesos, debido a la exigencia de un análisis de carácter holístico. De esta manera, la información y datos que se utilizan para medir el daño ambiental se ven limitadas por las dependencias múltiples e interdependientes del planeta. El cumplimiento de la *EKC* en forma de U invertida no se cumple en todos los indicadores que miden el perjuicio ecológico, y tampoco hay garantías fiables de que el daño a la naturaleza descienda a largo plazo.

Las investigaciones divergen en sus resultados, algunos cumplen la *EKC* en U invertida. Asimismo, otros estudios tienen diferente comportamiento debido a la sensibilidad a la técnica econométrica, la selección de escala muestra y rango espacial y temporal (Leal y Marques, 2022).

Los análisis son limitados por la falta de disponibilidad de series de tiempo de los datos de largo plazo, además de la calidad de confianza que se tenga a los procesos de recopilación de datos. Lo que lleva a realizar con mayor frecuencia estimaciones de corte transversal, que no esclarecen las estructuras heterogéneas de cada economía (Chowdhury y Moran, 2012; Leal y Marques, 2022). En este sentido, también son comunes la colinealidad o multicolinealidad. Igualmente, la forma en que se presentan los modelos interviene en los resultados ya sea por logaritmos, o la elevación a distintas potencias (Leal y Marques, 2022).

La problemática ambiental busca solucionarse lo antes posible, debido a la posible demora de décadas para cumplirse la *EKC*. Además, los costos y gastos para atender el desperfecto del medioambiente pueden ser menores. Sin embargo, es importante recalcar que el crecimiento acelerado sin regulación ambiental puede ocasionar puntos de no retorno para la biodiversidad, los hábitats únicos, los umbrales ecológicos, entre otras grandes tragedias naturales. Por demás, la salud de la población puede estar en riesgo y frenar el crecimiento económico y el bienestar social (Hallegatte *et al.*, 2011; Panayotou, 1993).

Hallegatte *et al.* (2011) cuestionan la idea de “contaminar ahora y limpiar después”, que se puede interpretar de la *EKC*. Destacan la importancia de prevenir la degradación ambiental para un presente y futuro más próspero.

En este sentido Shafik, (1994), menciona que si bien algunos indicadores pueden mejorar al incrementar el PIB per cápita como el agua y el saneamiento, otros empeoran como el CO₂, o el oxígeno disuelto en los ríos. De esta forma también varían los costos, y puntos de inflexión según el desperfecto ambiental.

La *EKC* es criticada por no cumplir la eficiencia en sentido de Pareto, ya que el crecimiento demanda recursos, ocasionando que el perjuicio ambiental sea irreversible (Gill *et al.*, 2018; Leal y Marques, 2022).

1.6. La teoría neoclásica del crecimiento: Solow-Swan

El modelo endógeno de Solow-Swan es considerado por Moroianu y Moroianu (2012) como una extensión del modelo de crecimiento Harrod-Domar (1946), un modelo que también utiliza los factores productivos de la economía que son trabajo y capital. Las bondades del modelo de Solow (1956) es la parsimonia con la que explica la dinámica de transición de las economías a su estado estacionario principalmente, pero también logra describir la interacción los factores del crecimiento. Una de las aportaciones de este modelo fue la incorporación de un término que grave el aumento de la tecnología en el crecimiento económico. En el análisis del modelo se utiliza una economía cerrada, y sin la participación del Estado en la economía. Además, el modelo detalla cómo el crecimiento económico es influido por la dinámica de la población, y el progreso tecnológico.

En el modelo Solow-Swan explicado por: Barro y Sala-i-Martin, (2012), Romer (2006) y Sala-i-Martin, (2000), donde la producción económica total, es representada por Y_t . Los factores de la producción, explican el crecimiento cuando no hay avances tecnológicos. El trabajo simbolizado por L_t , que recoge a todos los trabajadores, y el siguiente factor es el capital K_t . Donde todos los trabajadores son idénticos, además existe el supuesto de que la cantidad de trabajo es fija, y su función de producción por trabajador se comporta con rendimientos decrecientes en el factor K_t .

Esto significa que cuando aumenta la tasa de capital en un trabajador, el producto per cápita crecerá, pero a una velocidad cada vez menor. El capital, que son maquinaria y utensilios físicos también se representan como objetos idénticos. Asimismo, el progreso de la tecnología, y el resto de las componentes de su entorno forman, además de las instituciones que interactúan para que se mejore y se cree nueva tecnología se representa en el modelo con A_t , los modelos endógenos destacan la importancia de la A_t , debido a que es factor no rival, y puede utilizarse por más de un usuario a la vez.

Matemáticamente Barro y Sala-i-Martin, (2012), Romer (2006), Weil (2006) y Sala-i-Martin, (2000) lo expresan cómo:

$$Y_t = f(K_t, L_t, A_t) \quad (5)$$

A continuación Romer (2006) y Sala-i-Martin, (2000), las funciones de producción neoclásicas, como la que se describen en el modelo, requieren los supuestos o también llamadas propiedades:

Que la función tiene rendimientos constantes a escala, o matemáticamente homogeneidad de grado uno. $f(\lambda K, \lambda L, A) = \lambda f(K, L, A)$

La productividad marginal de todos los factores de producción es positiva pero decreciente.

Cumplir con las condiciones de Inada, que es que la productividad marginal del factor K_t o L_t se aproxime a cero cuando el tiende a infinito y que tienda a infinito cuando el factor K_t o L_t se aproxime a cero. Matemáticamente: $\lim_{k \rightarrow 0} y'(k) = \infty$

$$\lim_{k \rightarrow \infty} y'(k) = 0$$

Después Solow (1956) y Swan (1956) usan una función de producción tipo Cobb-Douglas, donde $0 < \alpha < 1$.

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^{1-\alpha} \quad (6)$$

Además, se considera una tasa de ahorro constante, es decir, que los individuos consumen parte de su ingreso siempre.

$$C_t = (1 - s)Y_t \quad (7)$$

La inversión neta puede expresarse de la siguiente forma:

$$I_t = K_t + \delta K_t \quad (8)$$

Donde la depreciación es constante

$$f(K_t, L_t, A_t) = C_t + I_t = (1 - s)f(K_t, L_t, A_t) + K_t + \delta K_t \quad (9)$$

Se adhiere al modelo el análisis de la población, ya que es importante el PIB per cápita, donde se supone que el total de la población es equivalente a la cantidad de trabajadores L_t .

$$\frac{K_t}{L_t} = S \frac{f(K_t, L_t, A_t)}{L_t} - \delta \frac{K_t}{L_t} \quad (10)$$

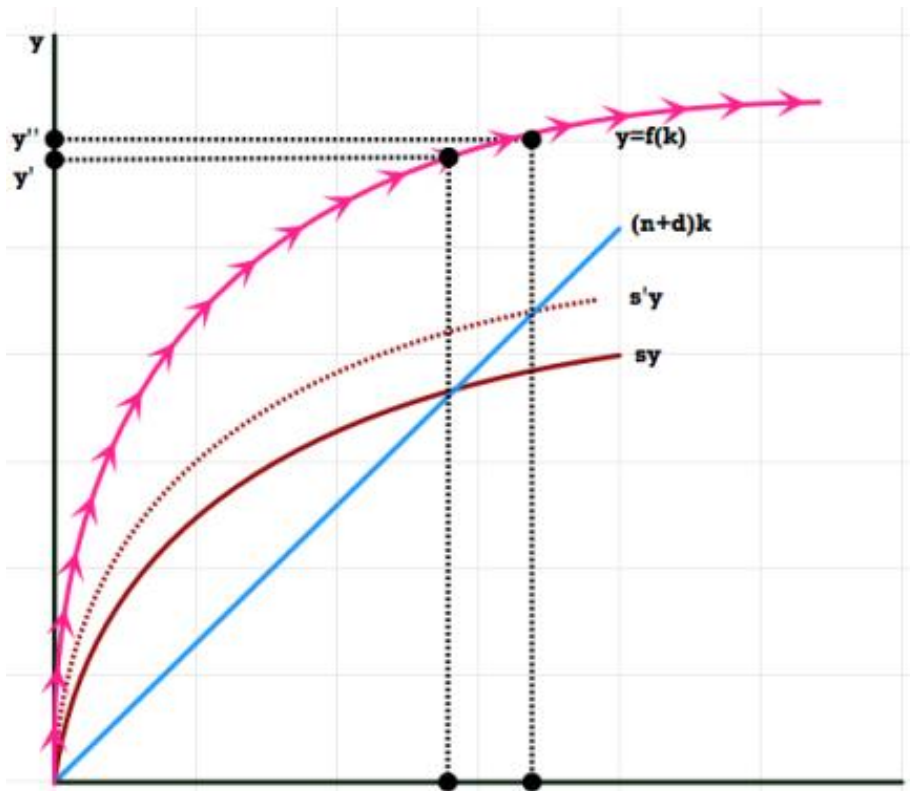
Después de simplificar la ecuación y representar las variables per cápita en minúsculas. El modelo debe de anexar el progreso tecnológico, llegando a la llamada ecuación fundamental de Solow-Swan.

$$k_t s A_t k_t^\alpha - (\delta + n) k_t \quad (11)$$

Podemos entender que la acumulación o stock de capital per cápita se incrementa con la diferencia entre el ahorro bruto de la economía y el término. Y que la inversión aumenta el stock de capital. Cuanto mayor es la proporción de máquinas que se deprecian menor será el stock de capital. El stock de capital per cápita también disminuye por la población.

En la gráfica 1.2 se mide en el eje de las abscisas k , y en las ordenadas y , siendo capital y producción respectivamente. Primero se muestra la función de producción marginal y con rendimientos decrecientes en la curva rosa. Siguiendo lo que Salai-Martin, (2000) llama curva de ahorro (curva roja) y la curva de depreciación (línea azul). La curva de ahorro es proporcional a la función de producción. Las curvas de ahorro y depreciación se cruzarán en un punto de equilibrio denominado estado estacionario.

Gráfica 1.2. El estado estacionario en el modelo Solow-Swan



Fuente: Moroianu y Moroianu (2012:139)

En el estado estacionario, todas las variables per cápita son constantes y sus tasas de crecimiento estacionario tienden a cero. Que estas variables per cápita sean constantes a largo plazo, relaciona que su crecimiento depende de la dinámica de la población. En general, el modelo tiende al estado estacionario debido a la población o por la depreciación del capital.

Siguiendo a Weil, (2006) y Sala-i-Martin (2000). Con la función (6) se derivar respecto al K_t para obtener el Producto Marginal del Capital (PMK):

$$PMK = \frac{\partial Y}{\partial K} = \alpha A_t K_t^{\alpha-1} L_t^{1-\alpha} \quad (12)$$

El PMK es decreciente, ya que al derivar a Y_t respecto a K_t por segunda ocasión, esta resulta negativa.

$$PMK = \frac{\partial Y}{\partial K} = \alpha (\alpha - 1) A_t K_t^{\alpha-2} L_t^{1-\alpha} < 0 \quad (13)$$

Para saber cómo una economía llega al estado estacionario, se necesita la ecuación fundamental de Solow:

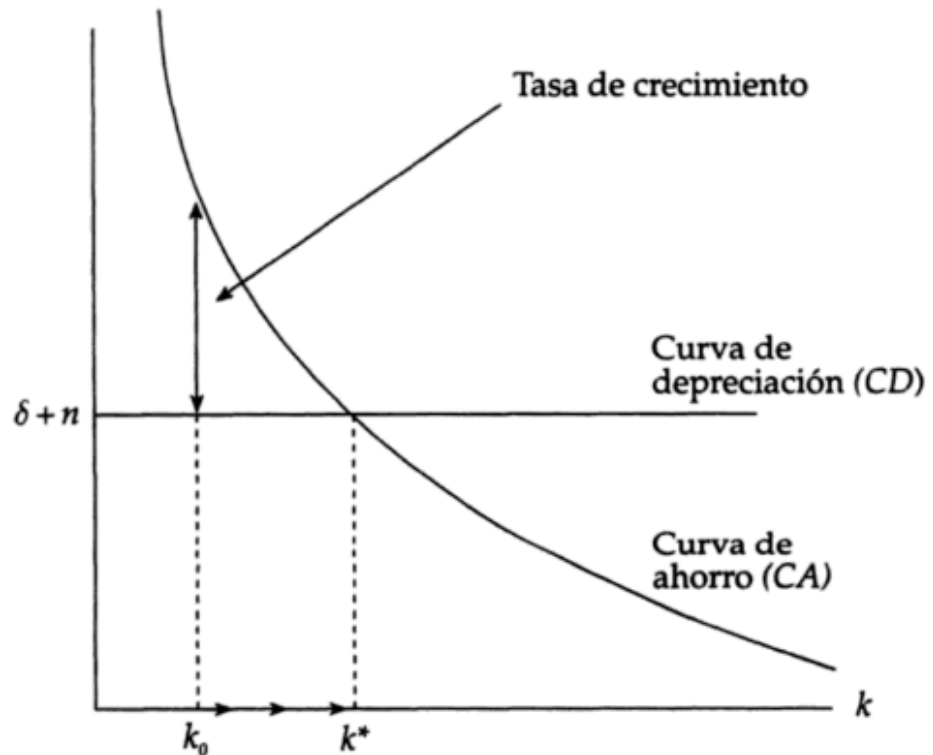
$$\Delta k = \gamma A_t K_t^\alpha - (\delta + n)k \quad (14)$$

Donde Δk es la tasa de variación del capital, al dividir la ecuación por la capital resulta:

$$\hat{k} = \frac{\Delta k}{k_t} = \gamma A_t K_t^{\alpha-1} - (\delta + n) \quad (15)$$

Donde el primer término de la ecuación simboliza la curva de ahorro, en tanto que el segundo término pertenece a la curva de depreciación. La variación del capital será positiva, pero se rige por la ley de los rendimientos decrecientes cuando $\gamma A_t K_t^{\alpha-1} > \delta$. Después el stock de capital irá disminuyendo, cuando la curva de ahorro se intercepte con la línea de depreciación, no habrá variación del capital, y describe el estado estacionario, un estado único. En la gráfica 1.3 se muestra la dinámica que converge al estado estacionario en una economía. La tasa de crecimiento del capital es mayor en los primeros momentos, lo que nos hace notar que, ¡a largo plazo la economía deja de crecer! El análisis, deja entrever que puede haber desplazamientos de la curva de ahorro como por la curva de depreciación que pueden mover el estado estacionario de una economía.

Gráfica 1.3. Convergencia al estado estacionario



Fuente: Sala-i-Martin, (2000: 34)

1.6.1. Modelo de Solow ambiental y el deterioro ambiental como freno al crecimiento

Siguiendo a Romer (2006), partiendo de la siguiente función de producción Cobb-Douglas:

$$Y_t = K_t^\alpha, R_t^\beta T_t^\gamma [A_t, L_t]^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad (16)$$

donde la producción económica total está representada por Y_t , R_t denota los recursos naturales incorporados al proceso productivo. T_t refleja la superficie del planeta Tierra, o la capacidad del planeta. El trabajo L_t representa a todos los trabajadores, y el siguiente factor es el capital K_t . La tecnología se representa con A_t . Se deberán satisfacer las siguientes condiciones: $\alpha > 0$, $\beta > 0$, $\gamma > 0$, finalmente $\alpha + \beta + \gamma < 1$.

El comportamiento de las sigue siendo el mismo que el de la ecuación 11. La superficie de la Tierra es una variable fija, por lo que $\dot{T}_t = 0$. La dotación de recursos es fija y se reduce porque se usa en el proceso productivo. $\dot{R}_t = -bR_t$, $b > 0$

Las tasas de variación de A_t , L_t , R_t y T_t deben seguir un comportamiento constante, para que cumplir la condición del estado estacionario Y_t y K_t deben crecer constantemente.

$$\frac{\dot{K}_t}{K_t} = s \frac{Y_t}{K_t} - \delta \quad (17)$$

Esta ecuación representa G_{Kt} es igual a $s \frac{Y_t}{K_t} - \delta$. Por lo que cuando Y_t/K_t disminuye G_{Kt} también lo hace. Definitivamente g_K converge a su estado estacionario. Las tasas de variación de Y_t y K_t deben ser iguales, así que pasamos a logaritmo natural la ecuación anterior.

$$\ln Y_t = \alpha \ln K_t + \beta \ln R_t + \gamma \ln T_t + (1 - \alpha + \beta + \gamma) [\ln A_t + \ln L_t] \quad (18)$$

Derivando la ecuación 18 respecto al tiempo se obtiene la tasa de crecimiento ya que dicha ecuación está en logaritmos.

$$g_{Yt} = \alpha g_{Kt} + \beta g_{Rt} + \gamma g_{Tt} + (1 - \alpha + \beta + \gamma) [g_{At} + g_{Lt}] \quad (19)$$

donde g_{Yt} es la tasa de crecimiento o variación de Y_t . Mientras que g_{Kt} es la tasa de crecimiento de K_t . Pero la tasa de variación de R_t , es $-b$. La tasa de crecimiento de T_t , es cero porque es una variable fija. La A_t mide su variación en g . Y finalmente L_t simboliza su crecimiento en n . Reescribiendo la ecuación anterior de una forma más.

$$g_{Yt} = \alpha g_{Kt} + \beta b + (1 - \alpha + \beta + \gamma) [n + g] \quad (20)$$

Si g_{Kt} es mayor que el correspondiente al estado estacionario, el g_{Yt} también lo será, aunque en menor proporción, por lo que $\frac{Y_t}{K_t}$ estará disminuyendo. Igualando $g_{Yt} = g_{Kt}$, y despejando g_{Yt} , se obtiene

$$g_Y^{bgp} = \frac{(1 - \alpha + \beta + \gamma) [n + g] - \beta b}{1 - \alpha} \quad (21)$$

g_y^{bgp} , denota la tasa de crecimiento de Y_t en el estado estacionario.

La tasa de crecimiento de la producción por trabajador en el estado estacionario siguiendo la ecuación anterior es:

$$g_{Yt/Lt}^{bgp} = g_{Yt}^{bgp} - g_{Lt}^{bgp} \quad (22)$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{(1 - \alpha + \beta + \gamma)[n + g] - \beta b}{1 - \alpha} - n \\
&= \frac{(1 - \alpha + \beta + \gamma)[g] - \beta b - (\beta + \gamma)n}{1 - \alpha}
\end{aligned}$$

Esta ecuación muestra que, en el estado estacionario, el crecimiento de la renta por trabajador $g_{Yt/Lt}^{bgp}$, puede ser positivo o negativo. La escasez de tierra y recursos naturales puede hacer que la producción por trabajador disminuya. Las cantidades decrecientes de recursos y tierra por trabajador limitan el crecimiento económico, pero el progreso técnico lo estimula. Si el estímulo generado por el progreso técnico es más fuerte que las restricciones impuestas por los recursos, entonces es posible que la producción por trabajador aumente de forma sostenida. Este es el fenómeno que ha sucedido en los últimos siglos.

En la historia reciente, las ventajas del progreso técnico han compensado los inconvenientes derivados de la escasez de los recursos naturales y la tierra. Lo que no conocemos es el alcance de esta restricción, que podría ser, por ejemplo, lo suficientemente importante como para que una pequeña desaceleración del progreso técnico llevase a un crecimiento negativo de la renta por trabajador.

La escasez relativa de recursos reduce el crecimiento económico al hacer que la cantidad de recursos naturales y tierra por trabajador disminuya. *Ergo*, como Nordhaus (1992) plantea, que para conocer la influencia de las limitaciones sobre el crecimiento que describieron Georgescu-Roegen (1971), y Meadows (1972), debemos preguntarnos cómo sería el crecimiento si los recursos por trabajador fueran constantes. En particular, supongamos una economía idéntica a la que acabamos de analizar, excepto que los supuestos $\dot{T}_t = 0$ y $\dot{R}_t = -bR_t$, $b > 0$ sean ahora reemplazados por $\dot{T}_t = nT_t$ y $\dot{R}_t = nR_t$. En esta economía hipotética, los recursos naturales y el medioambiente no están limitados y crecen a medida que la población aumenta. Un análisis similar al que utilizamos para derivar la ecuación (1.49) interpreta que el crecimiento de la producción por trabajador en el estado estacionario de esta economía sería.

$$\hat{g}_{Yt/Lt}^{bgp} = \frac{1}{1 - \alpha} (1 - \alpha + \beta + \gamma)g \quad (23)$$

La ecuación del freno al crecimiento impuesto por la escasez relativa de los recursos naturales es la diferencia entre crecimiento hipotético y el crecimiento que tiene lugar cuando dichos recursos son limitados, es decir:

$$\begin{aligned}
 FRENO &= \hat{g}_{Y_t/L_t}^{bgp} - g_{Y_t/L_t}^{bgp} \\
 &= \frac{(1 - \alpha + \beta + \gamma)[g] - [(1 - \alpha + \beta + \gamma)[g] - \beta b - (\beta + \gamma)n]}{1 - \alpha} \\
 &= \frac{\beta b + (\beta + \gamma)n}{1 - \alpha}
 \end{aligned} \tag{24}$$

El freno de crecimiento es mayor cuanto mayor es la participación de recursos (B_t) y la tierra (Y_t), la tasa a la que disminuye el uso de los recursos (b), la tasa de crecimiento de la población (n) y la participación del capital (α).

Conclusiones preliminares

En este capítulo se hizo una breve introducción al crecimiento económico, además de describir su relación con el medioambiente. El crecimiento económico ha sido, es y será una de las temáticas más importantes para los economistas. El crecimiento económico es una forma de medir el avance económico de las sociedades, es de suma importancia destacar que tiene ventajas y desventajas. Además, el crecimiento económico se relaciona con variables demográficas como la esperanza de vida, y también con otros problemas económicos como la pobreza, el mercado laboral, la inflación, entre otros.

El medioambiente es indispensable para el crecimiento y el desarrollo económico y social, debido a que es necesaria en todas las actividades humanas. Además, la conservación, desarrollo y diversificación del medioambiente tanto en factores bióticos como abióticos debe ser una aspiración de la humanidad.

El cumplimiento del desarrollo sostenible tiene el potencial de ser un paradigma que haga un punto de quiebre holístico en toda la humanidad y su relación con el medioambiente. El incumplimiento de los objetivos ambientalistas del siglo ya está generando problemas en la economía y en la sociedad.

Una de las formas más comunes en las que se ha abordado la conexión que hay entre el crecimiento económico y los recursos naturales es el enfoque que propone Auty (1999b) y la literatura relacionada con esta obra. La cual ha abierto amplios debates internacionales entre economistas para investigar el cumplimiento o rechazo de esta hipótesis. Badeeb *et al.* (2017) menciona que, aunque la mayoría de los estudios de la “maldición de los recursos naturales se cumple”, no se debería de manejar como una hipótesis con la discusión concluida. La conclusión preliminar es que la condición de abundancia en recursos naturales no asegura estrictamente su riqueza económica. Esta hipótesis cuestiona parcialmente los principios de Adam Smith y David Ricardo sobre las ventajas comparativas de las economías. Aunque es cierto que países con abundancia natural, por ejemplo: Dinamarca, Noruega, Suecia, Finlandia, y Canadá han potencializado su economía, y el desarrollo de sus sociedades. Badeeb *et al.* (2017) llega a la conclusión de que más que la abundancia o escasez de los recursos naturales, es el cómo se usen que va a dictaminar si son una bendición o una maldición. Asimismo, Badeeb *et al.* (2017) opina que se debe de estudiar esta posible maldición en diferentes economías, en diferentes periodos de tiempo, con distintas herramientas econométricas para nutrir la discusión.

Por otro lado, el estado del arte del paradigma dominante (*EKC*) sobre el crecimiento económico y el medioambiente; estructuralmente aboga por plantear las externalidades de la actividad económica como un problema temporal que se resuelve potencializando el crecimiento económico sostenido en las economías. Sin duda, el crecimiento económico es de relevancia. Pero su conexión con el medioambiente debe ser armoniosa en ambas direcciones. Se puede notar que se necesita más que crecimiento para lograr esa armonización. Shafik, (1994) y Özokcu y Özdemir (2017) muestran como la *EKC* puede cumplirse temporalmente, y regresar a otro estado de alto daño ambiental aún con crecimiento económico.

Sin embargo, al igual que Hallegatte *et al.* (2011) y Arrow *et al.* (1995) esta tesis refleja la preocupación por tomar medidas ambientales en el presente para evitar complicaciones en el futuro. Las críticas de la *EKC* abarcan desde el cuestionamiento de los resultados divergentes de los estudios realizados, hasta las críticas más contundentes sobre el detrimento irreversible que se puede ocasionar

si solo se persigue el crecimiento económico, y la carencia de cumplir la eficiencia en sentido de Pareto (Gill *et al.*, 2018; Leal y Marques, 2022).

A pesar de existir los modelos de Paul Romer (1987, 1990, 1994), Philippe Aghion y Peter Howitt (1992, 1998), además de; Gene Grossman y Elhanan Heipman (1991) formularon modelos que recurrieron a la competencia imperfecta donde la inversión en investigación y desarrollo (I+D) de las empresas ocasionan progreso tecnológico de forma endógena. El modelo de Solow (1956) tiene el potencial de describir el crecimiento económico actual mediante los factores productivos. Por si esto fuera poco, el modelo puede ser adaptado con la propuesta de Romer (2006) para poder explicar el rol del medioambiente en el lento crecimiento que ha caracterizado a México desde la década ochenta. Teniendo en cuenta esto, se optó por usar este modelo para esta tesis debido a sus bondades.

Capítulo 2. Crecimiento y medioambiente en México. Revisión de literatura

México al igual que las demás economías se enfrentó a nuevos retos macroeconómicos a raíz de que en octubre de 1973 la OPEP ocasionará un fuerte efecto inflacionista. Las respuestas que daba el keynesianismo para controlar el crecimiento y la inflación perdían efectividad. Autores como Hayek y Friedman proponían reducir al mínimo la intervención del Estado.

En este capítulo se presenta la literatura sobre el lento crecimiento de México de 1982 hasta la actualidad. Hausmann *et al.* (2005), menciona que una economía crece de forma acelerada cuando su PIB per cápita aumenta al menos 3.5% sostenidamente durante por lo menos una década.

México aun teniendo elevadas tasas de crecimiento promedio anual de 1936 a 1981 del 6.6% en el llamado “milagro mexicano” (Sánchez y Moreno-Brid, 2016), no consiguió consolidarse como un país desarrollado. Con el cambio del Modelo Sustitución de Importaciones (MSI), a una apertura comercial y una disminución de la participación del Estado en la economía desde 1982. El panorama mexicano se ha evidenciado un crecimiento lento, lo más preocupante es que con cada recesión se acentúa la lentitud del crecimiento.

Ros (2014), menciona que la dotación de factores naturales tiene un importante nexo con las instituciones y la geografía. Esta última, puede variar la producción agrícola y el panorama sanitario. Aunque la geografía no puede explicar completamente la producción agrícola, mucho menos el crecimiento económico.

Este capítulo 2 se dedica principalmente a revisar el estado del arte sobre el crecimiento, en sus diversos enfoques, además del nexo entre el crecimiento y los recursos naturales en México.

Por ello del capítulo se desprenden dos importantes segmentos, el inicial se enfoca en los diversos ángulos en que se ha estudiado los componentes de la economía de largo plazo. El punto de partida es un breve contexto de la economía mexicana previo al cambio del MSI, posteriormente se muestran los trabajos sobre el periodo de 1980 a 2022 mexicano. Las temáticas que acompañan el análisis del crecimiento son la industria (se ha hecho un énfasis en la manufactura), la inversión

(tanto privada como pública), el sector externo, el sistema financiero, el gasto público, y el capital humano. Ros (2013) revisa algunas tesis equivocadas porque el lento crecimiento explica las tesis utilizadas más de la inversa, destaca la infraestructura, en particular la pública como principal explicación al lento crecimiento, además de visualizar posibles reformas financieras, y energéticas que pudieran potencializar el PIB.

El segundo apartado describe las observaciones de la conexión entre crecimiento y recursos naturales, donde se desarrolla en el capítulo una recopilación de la bibliografía sobre el enfoque de la maldición de los recursos naturales. Además se describen una diversidad de trabajos que estudian la *EKC* para México, finalmente se agrupan algunos otros temas que quedan fuera de estas clasificaciones.

Por último, se presentan las conclusiones preliminares correspondiente al segundo capítulo.

2.1. Panorama del crecimiento en México, previo a 1980

En esta primera parte del segundo capítulo, se iniciará con la descripción del contexto de la economía antes del periodo que esta investigación abarca, que es de 1980 a 2022. En la década de los 70's se modificó el modelo económico del Modelo Sustitución de Importaciones (MSI). Algunos retos que mantenía la economía era la desaceleración y menor participación del sector agropecuario, una balanza de servicios desequilibrada, y el aumento de pagos de factores externos (Sosa, 1990).

Guerrero (2006) se ocupa de estudiar el crecimiento de 1929 a 2003. Donde se observa un déficit en la cuenta corriente persistente en el periodo. Además de cumplir la condición Marshall-Lerner. El crecimiento de México fue de 4.47% de 1929 a 2003, mientras que EE.UU. fue de 3.42%. No obstante, las estimaciones mencionan que en un panorama con una balanza de pagos estable el crecimiento de México pudo haber aspirado a un 5.21%. Históricamente, la balanza comercial fue inestable de 1930-1949, aunque en estos momentos se logró el superávit más alto del periodo. Posteriormente se estabilizó de los 50's a finales de los 70's, dando su último salto en 1983. El crecimiento históricamente se ve afectado por la

economía de EE.UU. Los flujos de capital a pesar de disminuir las limitaciones externas al crecimiento no son la solución a los problemas en la balanza de pagos, el autor anima a generar políticas que mejoren la productividad, la competitividad y evitar la sobrevaluación del peso.

Sánchez y Moreno-Brid, (2016) consideran que del periodo 1936 a 1981, la economía de México creció en media anual 6.6% periodo conocido como MSI. Ros (2008) menciona datos importantes para el contexto económico: uno de ellos es el PIB per cápita, que creció un 3,2%; y el PIB por trabajador aumentó un 3,1% entre 1940 y 1981. La tasa de crecimiento anual de los años promedio de escolaridad se incrementó a un ritmo de 1.4% de 1940 a 1980. Demográficamente, el crecimiento poblacional fue de 1965 a 1970 en 3.2%, reduciéndose entre 1975 y 1980 a 2.7%. La tasa de la población dependiente nacional era de 103% de 1965 a 1970, la cual se redujo de 1975 a 1980 a 95.8%.

La producción nacional gozaba de un mercado protegido de la competencia internacional, subsidios y créditos accesibles, además de la construcción de infraestructura. Logrando una economía que satisfacía al mercado interno (Mejía-Reyes, 2013).

El MSI fue insostenible por varias razones entre las que se encuentra: 1) Apertura comercial como tendencia mundial, que impedía proteger comercialmente la economía, y tener una economía interna tan sólida; 2) Fallas del Estado, endeudamiento con fines no productivos, corrupción y desconfianza del Estado; 3) Carencia de inversión en tecnologías, innovación y capacidad productiva. La sustitución de importaciones no logró sustituir la mayoría de los bienes de capital que México demandaba (Sánchez y Moreno-Brid, 2016).

De 1940-1979 el crecimiento económico se debió principalmente a la acumulación de factores, dejando en términos secundarios la eficiencia o la innovación. El crecimiento del capital público era 7.1 veces mayor que su similar privado, y 4.1 veces el capital extranjero. Este escenario propició la absorción de tecnologías en una variedad de sectores (Romero, 2012). En este sentido, Gutiérrez *et al.* (2021) menciona que la formación de capital variaba entre 16.9% a 21.8% del PIB a precios de 2013 en el periodo de 1970 a 1981. Además, de 1960 a 1981 la

contribución de la inversión como motor del crecimiento fue de 0.67%, mientras que las exportaciones fueron de 0.29%.

De León-Arias, (2013), hace un análisis de las entidades federativas muestra señala como la participación de la industria del valor agregado o producto por estados, y el empleo de 1970 se focaliza en el Distrito Federal, el Estado de México y Nuevo León que acumulativamente significaban cerca del 65%. La capital nacional ha decrecido en valor agregado y en empleo el periodo analizado, el Estado de México ha disminuido su crecimiento en el producto, además del empleo de 1988 y de 2008. Mientras que Nuevo León solo disminuyó su producto. En otro sentido, los activos fijos, la estructura es muy similar a la del producto. No obstante, Guanajuato, San Luis Potosí, Michoacán, y Aguascalientes han ganado proporción y crecimiento principalmente Aguascalientes.

Los descubrimientos petroleros de la década de los 70's generó un optimismo económico en el Estado encabezado por López Portillo. La forma de 'administrar la abundancia' fue incrementando la deuda externa para el gasto público. La caída de los precios del petróleo profundizó el déficit comercial, y ocasionó una inestabilidad total de la economía en 1981 generó un punto de quiebre donde se finaliza el MSI mexicano (Sánchez y Moreno-Brid, 2016).

Con el cambio de estrategia económica nacional efectuada en 1983, la economía mexicana disminuyó la eficiencia del capital y de la inversión, principalmente en la productividad multifactorial posiblemente asociada a la terciarización improductiva; evidenciándose la llegada de un periodo de lento crecimiento a corto y largo plazo (Loría, 2009).

2.2. El crecimiento económico en México, 1982 a 2022

La nueva estrategia económica implicaba en palabras de Lustig (2001, p. 85) "que el mercado reemplace a la regulación, la propiedad privada a la pública, y la competencia exterior de bienes e inversiones sustituya a la protección".

Loría (2009) describe que, aunque el comercio internacional y la inversión extranjera en México han crecido aceleradamente desde 1981. El país se caracteriza por una baja elasticidad producto del capital, muestra poca eficiencia y

productividad en la inversión y en el capital. El tipo de cambio real participa positivamente en el crecimiento a largo plazo, y explica en parte la desindustrialización nacional y el lento crecimiento de la economía mexicana. Por otra parte, tanto el producto per cápita, como la productividad de los factores trabajo y capital, y la productividad total siguen estancadas. Aun cuando se ha incrementado el capital por trabajador entre México, y la inversión privada. Para una mejor economía se debe fortalecer el estado de derecho, las instituciones, elaborar políticas que apoyen la industria nacional y la diversificación de exportaciones. Formalizar en mayor medida el sector terciario. Es primordial elevar la Productividad Total de los Factores (PTF), además México debe aprovechar su apertura comercial con EE.UU. pero sin descuidar el resto de sus relaciones comerciales, es recomendable diversificar comercialmente con países de Asia oriental.

Sobre el crecimiento mexicano, Dornbusch *et al.* (1994), notan la pérdida del PIB per cápita con el paso del tiempo, esta variable llegó a un máximo en 1980 para luego disminuir, aunque posteriormente recupera un poco del terreno perdido a partir de 1993. En este sentido, Ros (2008) menciona que el crecimiento ha sido insignificante en la década de los 80's, los autores consideran que el peso estaba sobrevalorado y esto frenaba el crecimiento. Su trabajo menciona que el tipo de cambio real era sobrevalorado, lo que repercutió en el crecimiento de las exportaciones.

El lento crecimiento del PIB real de 1982 a 2015 que estudian Sánchez y Moreno-Brid, (2016) muestra una media anual para todo el periodo en un 2.2%. Mientras que Gutiérrez *et al.* (2021) mencionan un 2.57% de 1988 a 2018. Esto se debe a la reducción del crecimiento de la inversión anual de 6.9% a un 3.78%; aunado a las exportaciones que pasaron de 8.5% a 5.53%; además de la caída del multiplicador del ingreso de 2.99 en el periodo de 1960-1981 a 1.32 en el periodo 1988-2018. En perspectiva de Ros (2018) aclara que la variación del PIB de 1990 a 2007 fue un 2.7%, mientras que de 2007-2017 se redujo a 2.0%. Debido a que el acervo de capital pasó de 2.9% a 2.5% de 1990-2007 y de 2007 a 2015 respectivamente. La pérdida del acervo de capital se debe a que la tasa de inversión pública se menguó desde 2009 pasando del 6% al 3.1%. Acompañada de la reducción de inversión en construcción residencial, y en la tasa de acumulación de

capital privado. De Jesús-Almonte (2019) hace alusión al lento crecimiento que promedia anualmente 2.8% de 1982 a 2012, donde en la economía es más habitual las recesiones y la volatilidad que cuando existía el MSI.

Al hacer un análisis sexenal del PIB, se puede mencionar que el menor crecimiento se tuvo con De la Madrid Hurtado con un crecimiento medio anual de 0.10% (Romo, 1990). En 1988 a 1994, Salinas de Gortari le dio firmeza al neoliberalismo mexicano achicando el Estado, dio hincapié a la apertura comercial principalmente con el tratado *NAFTA*. Consiguió un crecimiento promedio anual fue de 3.96%. Mientras tanto, Zedillo, por su parte desaceleró la economía a una tasa de 3.4%. Con el cambio de milenio Fox promedió el PIB en 2.13% y Calderón tuvo un crecimiento cercano al 1.84% (Sánchez y Moreno-Brid, 2016).

Ros (1997) indaga sobre el mercado laboral con la tasa de participación de la fuerza laboral, la estructura ocupacional y la producción por trabajador. El PIB per cápita cayó a una tasa anual de 0.5% de 1980 a 1993. La caída del producto por trabajador puede relacionarse al no emplear a los trabajadores en sectores altamente productivos, que terminaron por desplazarse a sectores poco productivos y/o la disminución de horas de trabajo. La caída del crecimiento se debe al declive del ahorro privado de 1988 a 1993, entre otras causas como el déficit comercial, la insuficiencia de la entrada de inversión extranjera. El crecimiento cayó por debajo de las tasas de interés internacionales, lo que terminó en un sobreendeudamiento, un escenario al que ya se había llegado en 1980. Un crecimiento sostenido financiero depende de que el propio crecimiento sea mayor a las tasas de interés internacional. En contraste una sostenibilidad social es aún más compleja, debido a que un crecimiento más acelerado puede repercutir en los salarios reales y niveles de vida, el autor argumenta que se debe de prestar mayor atención a las políticas sociales, para evitar crecer las brechas sociales.

Por su parte Ruíz-Nápoles, (2007) menciona que de 1970 a 1981 con el MSI se tuvo mejor desempeño económico que de 1982 a 1993. Las expectativas de crecimiento, inversión y una mayor estabilidad de la inflación no se concretaron. En contraste, el crecimiento del PIB, y el PIB per cápita con el TLCAN fue mucho menor al periodo previo. Este crecimiento limitó significativamente el empleo.

Mientras tanto, Fujii (2010) destaca que el lento crecimiento causa que la capacidad productiva no se aproveche eficientemente, que aumenten las brechas sociales y la acumulación de desempleo, esta última, es una variable poco confiable por la alta tasa de informalidad del empleo, y por la precariedad laboral que disminuye la productividad. Además, el sector exportador está poco ligado al resto de la economía por lo que su función de sector de arrastre no se ha cumplido.

Ros (2004a), hace hincapié en el acceso a los mercados internacionales de capital, avances en la estabilidad política, y en la económica y la transición para crecer a base de exportación de manufacturas en México y Centroamérica. Aborda la integración local de la economía que debería procurarse. Además de recomendar impulsar el ahorro interno para mejorar el crecimiento. La desigualdad de la distribución es un problema internacional de la región que entorpece la reducción de la pobreza, y frena al crecimiento.

Bazdresch y Foulkes (2006), reflexionan sobre las necesidades para un crecimiento económico, en busca que de los gobiernos tomen las medidas pertinentes para lograr reactivar la productividad, aprovechar el comercio internacional, incentiven la acumulación del capital humano, fortalecer las instituciones, además de potencializar la infraestructura, los bienes públicos y la estabilidad macroeconómica.

De 1993 a 2010, Mendoza y Meza (2013) observan el comportamiento de las entidades federativas de México. Encuentran que en los estados la inflación es sensible a los choques de deuda en el corto plazo. No obstante, la deuda contraída por los estados menos desarrollados dura un periodo menor que los estados desarrollados. La deuda no es afectada por choques del PIB o de la inflación en cada uno de las 32 entidades federativas. Concluyen que el PIB de los estados desarrollados frente a choques de deuda son poco persistentes y no significativos. En contraste los estados menos desarrollados la deuda reduce el PIB, es más duradera y significativa. Impulsos crecientes del PIB pueden repercutir en una inflación no deseada. Al intercambiarse los papeles, la inflación resta al crecimiento en todas las entidades, aunque más intensamente y con mayor extensión temporal en los menos desarrollados.

Respecto al análisis espacial, Valdez (2019) estima y analiza las externalidades espaciales del capital sobre la producción y la difusión de la tasa de crecimiento de la producción en el espacio de 1988 a 2013. Donde su estudio revela que los territorios del sur, principalmente en el estado de Oaxaca, no muestran cambios en el tiempo. En general, hay más municipios con mayor valor agregado en el norte que en el sur. El impacto directo es un efecto no espacial, pero el indirecto es el espacial, ya que el capital está altamente concentrado en pocos municipios, los más cercanos compiten entre sí por los flujos de capital en lugar de beneficiarse mutuamente, por lo que los municipios distantes no son un peligro para los flujos de capital hacia los municipios más alejados. Afirma que la innovación no genera externalidades en México, la inversión en conocimiento es aprovechada por pocos estados. Además, la Ciudad de México ha perdido competitividad desde la firma del *NAFTA*.

Del periodo de 2005 a 2019, Osorio-Caballero *et al.* (2023) analizan la convergencia tanto económica como social con el PIB per cápita, el ingreso laboral, la esperanza de vida, la tasa de supervivencia, la tasa de supervivencia infantil y el porcentaje de trabajadores con más de bachillerato. Sorprendentemente las variables convergen a un estado estacionario, aunque el PIB per cápita es la variable estudiada con mayor lentitud a la convergencia, los autores destacan la velocidad de convergencia de la educación. Aunque en la correlación espacial, la tasa de supervivencia infantil nunca muestra correlación; la esperanza de vida, pocas veces presenta correlación espacial. La tasa de supervivencia presenta una leve correlación espacial; al igual que el porcentaje de trabajadores con más de bachillerato. En contraste, PIB per cápita, y el ingreso laboral se comportaron con una notable correlación espacial. Los autores subrayan los programas sociales como factores que jugaron un rol determinante en la convergencia económica y social de las entidades federativas.

Ros (2008) dedica su trabajo a investigar y observar la desaceleración mexicana, menciona como el “bono demográfico” que lleva a reducir el crecimiento poblacional suele llevar a mejorar el PIB per cápita, en contraste México vivió un creciente desempleo laboral, además de un estancamiento y pérdida en el PIB per cápita, que destaca en el análisis histórico mexicano, y en comparación mundial.

México ha perdido ventajas comparativas en las manufacturas intensivas en trabajo, principalmente por los costos laborales. Por otra parte, la desaceleración del crecimiento productivo es una consecuencia de la desaceleración del crecimiento, el aumento de la informalidad es producto del subempleo, donde sobresale el sector terciario. México ha reducido su PIB per cápita en 2003 versus 1980, en los 3 sectores, y se ha rezagado frente a los países de la OCDE. ¿Lenta formación de capital humano? A pesar de la lentitud del crecimiento, la educación y salud han progresado, los años de escolaridad de la población han incrementado. Pero la ubicación de empleos adecuados a su calificación de la población ha sido no suficiente. El autor concluye que el rubro determinante es la baja inversión, tienen un origen histórico de 1965, con rebotes que no han subsanado la necesidad de capital físico principalmente del sector público, posiblemente por los déficits fiscales de los 80's. Además del abandono de la política industrial que dio el crecimiento dorado de México. Finalmente, menciona la importancia de la poca financiación bancaria para las actividades productivas que también reduce el crecimiento económico.

En el trabajo de Ibarra (2008), se señala que el crecimiento del sector exportador fue acelerado en la década donde México en general, se quedó estancado. En su análisis, se destaca como la necesidad de importaciones para la exportación limita al crecimiento y a la economía interna. Comenta que la apreciación real del peso disminuyó las exportaciones iniciando el 2000, y en consecuencia redujo el crecimiento. Pero también se puede reducir el crecimiento con la apreciación del peso, debido a su importancia en las ganancias en el sector manufacturero, y por la participación de las ganancias y la inversión. En la ecuación la tasa de ganancia depende de la participación de las ganancias en el PIB como en la razón PIB/capital; el cual ha caído desde 1960, la cual ha reducido al crecimiento y a la tasa de inversión. Esta caída puede deberse a la subutilización del capital instalado. A México le falta inversión, que se explica por la carencia de rentabilidad, dinamismo, y control inflacionario.

Ros (2010) enumera algunas de las causas del lento crecimiento, entre ellas la caída del ingreso per cápita, la legislación mexicana en cuestión de empleo donde

se flexibilizó el empleo, otra causa es la caída de la inversión pública, finalmente una política fiscal procíclica.

El panorama coyuntural del 2018 lo describe con precisión Ros (2018), donde el precio del petróleo no se había recuperado luego del 2018, además de las tensiones con EE.UU. por el futuro del *NAFTA*, la presidencia de Trump, la disminución del Impuesto Sobre la Renta (ISR), una política monetaria restrictiva desde 2015, y una preocupación por la deuda para la política fiscal. La inflación tuvo un proceso estable de 2012 a 2017, aunque en algunos momentos superó el 3%. La política fiscal de 2017 fue restrictiva, y la caída de ingresos petroleros y no petroleros fueron determinantes, además de una mayor deuda pública por el alza de tasas de interés. La inflación alcanzó el 6.6 % en 2017, sobre todo apoyada por el precio de los combustibles y los alimentos. Los salarios reales se estancaron de 2014 hasta 2017. La extracción de petróleo y gas sigue en declive por motivos de inversión pública. Lo que se compagina con un freno de la minería no petrolera. México ha mejorado su recaudación de ISR, pero frente a la reforma de EE.UU., se propone incrementar la tasa máxima del ISR, aumentar la tasa a los dividendos, a la propiedad, reducir las exoneraciones, la introducción de nuevos impuestos a las transacciones financieras. El bono demográfico muestra un agotamiento prematuro debido a la tasa de participación femenina. La caída de la producción petrolera, junto a la decreciente inversión pública en este sector, contribuyen a una parte de la lentitud del crecimiento desde 2007. La guerra contra el narcotráfico ha agravado la violencia en México, dicha violencia impacta en el ingreso y consumo per cápita, en el mercado laboral.

Regionalmente De Jesús-Almonte (2019) describe como la apertura comercial ha marcado más la heterogeneidad polarizada entre el norte y el sur. Aunque la desaceleración es un tema generalizado en las entidades federativas, a excepción de Querétaro.

En las últimas 3 décadas la tasa de crecimiento del empleo total ha sido menor que la tasa de crecimiento del producto, tal vez causado por la relativa baja intensidad en el factor trabajo en la manufactura y una elevada intensidad en el capital, acompañado de un sector terciario dominante en la estructura económica nacional (De Jesús-Almonte, 2019).

2.3. Crecimiento económico y la industria

Calderón y Sánchez, (2012) redactan un artículo dedicado al bajo crecimiento. Con un enfoque kaldoriano, se considera que se ha abandonado la política industrial. De 1982 a 2010 el PIB promedio anual creció apenas un 2.1%, y el PIB per cápita creció en promedio anual 0.46%. Donde, primeramente, el crecimiento económico se enlaza con el crecimiento del sector manufacturero ya que este es el motor. Secundariamente, la producción manufacturera es resultado de la mayor productividad. Finalmente, donde el sector manufacturero se desenvuelve como un sector de arrastre que no solo crece para sí mismo, sino que motiva a crecer a los demás sectores. El lento crecimiento se atribuye según los autores a la carencia de un núcleo endógeno de dinamización tecnológica en la manufactura; así como a las reformas neoliberales que limitan la capacidad potencial de crecimiento. Los resultados muestran una correlación de 0.88, que demuestra un amplio vínculo entre el bajo crecimiento económico y el bajo crecimiento manufacturero.

La estructura regional de la industria automotriz es analizada por Carbajal-De Jesús-Almonte (2013), donde la región Norte y centro norte han sido los más favorecidos, de la diversificación de la industria que se focalizaba en el centro del país. Dando paso a *clusters* entre las ensambladoras, y productoras de autopartes. Para potencializar la manufactura en general y la industria automotriz de la región centro, se debe revisar la política industrial del Estado de México.

Carbajal *et al.* (2016) se ocupan de la concentración manufacturera e industrial automotriz para México en cuatro regiones, norte, centro-norte, occidente y centro. El análisis abarca desde 1980 a 2014, donde la industria automotriz pasó del 9.5% del Valor Agregado Censal Bruto total de la manufactura nacional de 1980 al 14.4% en 2009. Se valida la primera ley de Kaldor, exponiendo una correlación positiva entre el crecimiento de la producción de la industria automotriz y el de la manufactura; muestra del potencial de la industria automotriz para incentivar a las demás manufacturas.

Una relevante preocupación en la estructura de la industria nacional es la ausencia del uso intensiva en ciencia, tecnología e innovación, la cual puede

explicar como Corea del Sur incrementó enormemente su PIB per cápita en comparación con México (Sánchez y García, 2015).

Suponiendo que el bajo crecimiento a largo plazo de México se debe al estancamiento de las manufacturas. Sánchez y Moreno-Brid (2016), verificó lo anterior, de 1982 a 2015, de la producción manufacturera, no manufacturera y total. Cómo históricamente hacen la revisión las manufacturas urgían el crecimiento de la economía, ya que casi siempre crecen más que la economía en general. El estudio confirma que la producción manufacturera es causa estadística de la producción no manufacturera y total. La política industrial debe incentivar los rendimientos crecientes a escala, las externalidades positivas a la economía, bajar costos fijos de entrada como finanzas, innovación, etc. Destacan que la política debe enfocarse en los intereses nacionales. Además, los autores observan que la apertura comercial, descuido de la política industrial, políticas desregulatorias y desestatización.

Murillo-Villanueva (2019) se encarga de estudiar el cambio técnico de 2003 a 2008 y de 2008 a 2012 en la manufactura. Entre los periodos existió un cambio en la intensidad de insumos primarios, donde destaca el empleo, y su relación con insumos intermedios. Es probable que, a mediano plazo, el cambio técnico se observe por la intensidad del empleo, y muy probablemente en el largo plazo por los coeficientes técnicos intermedios. De 2003 a 2008 destaca el subsector de la *fabricación de equipo de computación, comunicación, etc.* Para el posterior periodo *fabricación de maquinaria y equipo, además fabricación de accesorios y aparatos eléctricos.* En este último periodo, la mayoría de los subsectores redujeron el uso de insumos intermedios. Los coeficientes promedios de 2012 son un poco mayores a los de 2008.

La desventaja de impulsar la manufactura con las exportaciones es su dependencia para importar insumos, al limitar o romper los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante impactando en la producción además de afectar también al empleo manufacturero (De Jesús-Almonte (2019).

Aroche, (2019) con una perspectiva estructural analiza la “ley de Verdoorn” de 1993 a 2016. Muestra como el Valor Agregado (VA) ha sido absorbido en mayor proporción por el sector terciario; el poco crecimiento y participación de la minería (0.2%), mientras que la agricultura y las manufacturas crecen 1.9 y 1.7%

respectivamente, aunque el sector primario pierde participación en el VA. En cuestión de empleo, la minería y otras industrias encabezan el crecimiento, seguida de lejos por la agricultura, la manufactura decreció -0.2%. En general, el VA por trabajador está estancado, con un crecimiento anual del 0.98%. La correlación de la tasa de crecimiento de la VA y el empleo del periodo, es alta en la economía en general; pero negativa en la minería y otras industrias. Esto puede reflejar una descoordinación de los sectores, y una productividad laboral sin externalidades positivas entre sectores. Los resultados explican que la industria tiene los enlaces que potencializan el crecimiento económico, sin embargo, la dependencia a las importaciones limita los enlaces al interior. Los mayores multiplicadores de la economía interna y externa son de la manufactura y son de diversos subsectores. El sector manufacturero en general mantiene una estrecha relación entre la variedad de subsectores de manufacturas que existen.

La manufactura en su estructura de 1988 a 2012 de las nueve grandes divisiones solo la división *VIII Productos metálicos, maquinaria y equipo* es la que ha ganado participación en la producción total manufacturera. No obstante, la tendencia del producto es creciente en la mayoría de las manufacturas, pero no en la generación de empleo (De Jesús-Almonte (2019)).

De Jesús-Almonte (2019) en sus resultados fortalece las evidencias de que la manufactura en general por su estructura productiva tiene la capacidad de generar mayores empleos. Además, la endogeneidad territorial está definida como la posibilidad de potencializar sus características únicas endógenas de los territorios para competir en el mercado mundial y encadenándose en el mercado interno. La ausencia de la endogeneidad territorial restringe al empleo debido a la agrupación de estados generadores de empleo.

De Jesús-Almonte *et al.* (2021) mencionan la nueva estructura manufacturera nacional que favorece a la zona norte del país, y ha creado la necesidad de importar para exportar, y también para consumir. Es importante enlazar las exportaciones a las empresas nacionales. Validan las tres leyes de Kaldor para el caso mexicano de 1998 a 2018. Evidencia tanto la necesidad como las bondades de una nueva política industrial estatal que potencialice el sector manufacturero.

De Jesús-Almonte y Quintero (2021), muestran que el sector manufacturero de 1997 a 2017 fue de 2.3% promedio anual, mientras que su tasa similar del producto total fue de 2.52%. Se cumplen las 3 leyes de Kaldor dando impulso a la necesidad de retomar políticas industriales que beneficien a este sector, en particular la manufactura, pero lograr mayor dinamismo económico. Murillo-Villanueva (2021) menciona que la manufactura potencializa el crecimiento, la inversión y el valor agregado censal bruto.

De León, (2013), hace un análisis de la PTF estatal de las manufacturas y su crecimiento económico de 1970 a 2008. El periodo analizado se describe como una metamorfosis estructural. El país pasó de 0.35 en trabajo y 0.65 en capital a 0.28 y 0.72 respectivamente. La obra muestra una baja tasa de crecimiento de las PTF en las manufacturas en todo el periodo, principalmente de 1970 a 1988. El crecimiento se explica por el empleo, y en menor grado por la PTF. Otro punto, hace referencia a la poca acumulación del capital, y el calmoso crecimiento de la PTF derivado al trabajo de baja calidad. La mudanza de la manufactura parece consolidarse y diversificarse en la república. Los estados ganadores del crecimiento como México, Jalisco, Baja California y Chihuahua deben su crecimiento al factor trabajo y en menor medida a las PTF.

Si se tiene en cuenta la PTF de la industria de la construcción Becerril-Torres, (2013), se ocupa de observar su comportamiento de 2003 a 2008. Sus variables de uso son: el Producto Bruto Total, la FBKF y el personal ocupado del sector. Guerrero, Baja California Sur y el Estado de México lideran el crecimiento. Sin embargo, la estructura se rige por el Distrito Federal y Nuevo León, ya que participan en más del 30%. El empleo crece en Colima y Guerrero, pero preocupa el decrecimiento de Guanajuato y San Luis Potosí. En su análisis con la herramienta DEA, y el Índice de productividad Malmquist, la PTF muestra una pérdida de productividad. Morelos, Nayarit y Oaxaca, han mejorado su cambio en eficiencia, principalmente privado. A pesar de esto, el cambio técnico no ha progresado, lo que evidencia falta de innovación. Se invita a mejorar la eficiencia capacitando a los trabajadores, la innovación principalmente en los profesionistas y empleadores, y la diversificación del sector en el territorio nacional.

2.4. Crecimiento e inversión

Iniciaremos este apartado con un estudio sobre la política monetaria es el caso respectivo a De la Peña, (2020). Quien afirma que la alta inflación no se vincula a importantes reducciones económicas. Debido a que el componente cíclico de la inflación y del PIB se relacionan positivamente. Mientras que el componente cíclico de la inflación con su similar del empleo y la formación bruta de capital (FBK). La política monetaria estudiada ha cumplido su meta inflacionaria, sin embargo, dificulta la producción y la formación bruta de capital fijo (FBKF).

De 2015 a febrero de 2018 Ros (2018), menciona que la política macroeconómica, fiscal y monetaria no tomó en cuenta el cambio estructural del crecimiento de largo plazo. *Ergo* la política monetaria de tasas de interés elevadas, que tuvo el objetivo de defender el valor del peso frente al dólar ha frenado a la economía.

Un estudio del ahorro de Alguacil *et al.* (2004) estudia el nexo entre ahorro y crecimiento económico de México de 1970 a 2000. Llegando a concluir que en su estudio que tanto el ahorro, como la IED conducen aún mayor crecimiento económico, como la hipótesis del modelo de Solow, y aboga por políticas que incentiven la inversión y el ahorro.

Núñez (2006) realiza un análisis de contabilidad del crecimiento, de 1950 a 1999. Sus resultados proporcionaron evidencia de cómo la inversión ya sea privada o pública, tiene una elasticidad importante con el crecimiento económico. Asimismo, los años formales de educación influyen en la eficacia de la PTF. Concluye que la abrupta caída sostenida de la inversión pública desde los ochenta ha ocasionado la pobre PTF en México; lo que incentiva un lento crecimiento. Por lo que indica que las políticas han sido inadecuadas en gasto público e inversión social. Adicionalmente, la apertura comercial no ha revertido la tendencia de la PTF.

Se encontró una característica de cointegración con más de un vector entre el PIB, el empleo, la FBKF privado total, FBKF público, y finalmente la IED para el periodo 1940-2011. Tras hacer un análisis estructural, los resultados muestran un cambio estructural en 1979. Por lo que se realizaron 2 modelos de corrección de error uno de 1940-1979, y el otro de 1984-2011; dichos análisis no manifiestan

mejoras tecnológicas ni en el uso de factores. Antes la inversión pública dirigía el crecimiento, respaldado por la IED, ahora es guiada por la inversión privada nacional, complementado por la inversión pública y en menor participación. Sin embargo, ahora hay empresas 100% extranjeras y sin obligación a tener un contenido nacional, algo que benefició el crecimiento previo a 1979 que crea enlaces en la economía. A falta de innovación, la alternativa será acumulación de factores, primordialmente por el capital privado nacional (Romero, 2012).

Gutiérrez *et al.* (2021) se centran en la FBKF, y la relación entre los rubros públicos y privados; así como su nexos entre el crecimiento económico de 1960 a 2018. La FBKF tiene la característica de poder impulsar el crecimiento a corto y largo plazo. Esta variable de 1982 a 1987 promedia 18.3% del PIB, mientras que para 1988 y 1994 la media se acerca a 19.3% del PIB, posteriormente de 1995 al 2000, incrementó un poco a 19.7%; contemporáneamente la inversión promedia 21% del PIB. De 1960 al final de los setenta el capital fijo tuvo un comportamiento de *crowding-in*, por consiguiente, la inversión pública y privada crecieron. De 1988 a 2018 las exportaciones aportan 0.65% del crecimiento, y la inversión 0.26%. Por otra parte, la falta de una industria cimentada de maquinaria y equipo de capital provoca que los periodos de expansión presionen la balanza de pagos por la importación de bienes de capital. En síntesis, la inversión ha perdido dinamismo en el crecimiento del PIB, además de que los autores no hallan pruebas de algún *crowding out* de la inversión pública, sino lo contrario, por lo que la pérdida de velocidad de crecimiento de la inversión privada se debe a la disminución de inversión pública.

Un artículo muy similar al anterior es el de Gutiérrez y Moreno-Brid, (2020), realizan un estudio sobre el impacto de la FBKF público y privado, así como en el crecimiento de los estados nacionales, de 2003 a 2017. Plantean que, para superar la barrera de la balanza de pagos, es fundamental la inversión. Sus resultados indican que el stock de capital fijo del sector público coincidente y rezagado son determinantes y significativos para los acervos de privados. Con la óptica de la teoría del acelerador, se prueba que tienen una significativa relación los tipos de FBKF. Ilustran un efecto de *crowding in* como de *crowding out*.

En este sentido, la inversión en infraestructura pública figura como responsable del lento crecimiento. La apreciación del tipo de cambio real frente al dólar estadounidense en 1988-1994 y en 2000-2005 redujo la inversión manufacturera y de los demás sectores comerciales de la economía (Ros, 2008).

2.5 Crecimiento e Infraestructura

Por otro lado, hay autores que se centran en la infraestructura como German-Soto y Barajas Bustillos (2014), quienes exploran la relación entre inversión en infraestructura y crecimiento económico para las principales áreas urbanas de México durante el período 1985-2008. Donde su hipótesis mantiene que la infraestructura es negativa para el crecimiento económico en las primeras fases, hasta volver a la economía más productiva.

En los hallazgos de German-Soto y Barajas Bustillos, (2014). Destacan que el impacto económico de la inversión en infraestructura se distribuye efectivamente a lo largo del tiempo, y no solo puede ser contemporáneo. Este resultado sugiere efectos a largo plazo. Las estimaciones empíricas coinciden con el desempeño económico de las áreas urbanas: con gran provisión de infraestructura y tasas de crecimiento más altas.

Si la provisión de infraestructura no es suficiente, podría ser una restricción para el crecimiento. Hace un estudio acerca de cómo la infraestructura acelera la productividad no solamente lineal, eleva el empleo, el ingreso y mejora la sociedad. Y aunque la apertura comercial ha mejorado unas circunstancias. También han creado y exacerbado las desigualdades regionales (German-Soto y Barajas Bustillos, 2014).

Sobresalen las infraestructuras básicas debido a que el gobierno puede intervenir a través del gasto público. En 2010, 71 ciudades concentraron 64% de la población total y el 87% del PIB nacional. Los aeropuertos mantienen una relación importante con el capital humano, debido a que estas infraestructuras absorben al capital (German-Soto y Barajas Bustillos, 2014).

Torres, (2013) se centra en el nexo del crecimiento y la infraestructura en transporte, con un análisis espacial. Revela que de 1930 a 2009, la red ferroviaria

en promedio anual creció a un 0.17%. Simultáneamente, las carreteras crecieron 7.3%. En general, la infraestructura en transporte se ha focalizado en el norte del país. Al aumentar 10% en la longitud carretera en el país, impulsará la tasa de crecimiento económico regional 1.7%. Donde el 70% conduciría efectos directos o internos a las economías estatales, y el 30% son efectos indirectos o de difusión. Al elevar un 10% en la longitud de vías férreas conlleva a un incremento de 3.8% en la tasa de crecimiento económico regional. Por lo que concluye que la infraestructura ferroviaria, en carreteras, y portuaria impactan importantemente el crecimiento económico. Aunque en el documento la parte aeroportuaria no parece tener efectos relevantes en el crecimiento, es importante en cuestiones turísticas y de negocios.

Noriega y Fontela (2017), estudiaron el impacto de la infraestructura en carreteras, electricidad y telefonía. Utilizando los kilovatios de electricidad y los kilómetros de carreteras, encuentran que estas variables inciden positivamente en la producción real de largo plazo, tal como lo sugieren los modelos de crecimiento endógenos. Sin embargo, en el estudio no se han alcanzado los niveles de infraestructura en carreteras ni en electricidad que maximicen el crecimiento económico. En el caso de la inversión en teléfonos, estos no afectan a la producción. Pero los choques de la tendencia de la inversión en teléfonos impactan positiva y permanentemente después de 11 años en la producción a precios constantes.

2.6. Crecimiento y sector externo

Ros (2008), la integración comercial internacional impulsada por las reformas de 1980, muestran un apoyo en el sector exportador y la apertura comercial que de 1982 a 2005 ha aumentado aceleradamente, pero no conllevaron a una especialización comercial dinámica, ni a ser el motor del crecimiento económico. Sin embargo, está atrapado por no tener ventajas comparativas en bienes con mayor contenido tecnológico y capital humano. Una elasticidad alta de ingreso de la demanda de importaciones y la desintegración de enlaces hacia atrás y hacia adelante. Ruiz-Nápoles (2004) hace un análisis de 1978 a 2000, y aunque la producción se benefició del plan de crecer a base de exportaciones. La sustitución

de manufacturas importadas frente a las manufacturas nacionales ha limitado el crecimiento económico y el empleo mexicano.

Cuando se calienta la economía por crecer superando el PIB potencial, se presentan desbalances que en el estado del arte les llaman restricción externa al crecimiento, como fue el caso en el “error de diciembre”. (Ocegueda, 2000; Loría, 2001a y b).

En cuanto a las restricciones estructurales, Perrotini (2004), reflexiona acerca del uso de las exportaciones como motor económico, las cuales requieren un Régimen de Alta Inversión Estable (RAIE), asimismo de un mercado interno fuerte, con gran capacidad productiva y fuerza de trabajo. La desaceleración exportadora se debe a la demanda agregada internacional. El autor considera que el lento crecimiento se origina por el sector financiero, la balanza de pagos, y a su vez por la apertura comercial.

De 1998 a 2003 la relación exportaciones-importaciones ha permanecido menores al valor uno. Se sugiere políticas que eleven la elasticidad ingreso de las exportaciones, además de disminuir la elasticidad ingreso de las importaciones (Guerrero, 2006).

Un estudio sobre el crecimiento de México y las políticas de exportación de 1960 hasta 2003, elaborado por Waithe y Francis (2010). Los hallazgos muestran que en el corto plazo las exportaciones causan el PIB no exportable. En sentido contrario, los resultados indican una relación negativa entre las exportaciones y el PIB no exportador. La explicación de esta relación es la dependencia a las importaciones para exportar, lo que causa un poco contenido local de las exportaciones, en este sentido, los proveedores nacionales tienen frágiles vínculos con el sector exportador, lo que repercute al disminuir los posibles beneficios indirectos o multiplicadores. Es esto que, aunque las exportaciones lleguen a un pico, el impulso neto al crecimiento de la economía y el empleo en el país es de leve impacto. Los autores apoyan la explotación de gas. Y desconfían de los salarios bajos y maquiladoras, y de las políticas industriales; principalmente recomiendan la entrada libre de impuestos de insumos y materias primas con fines de exportación, además de dar mayor motivación y realización de innovaciones tecnológicas en las

manufacturas y sus nexos con las demás estructuras económicas locales como los proveedores.

La apertura comercial hizo a las exportaciones dominaran el crecimiento, a partir de 1990 y la década posterior. El crecimiento a media anual de las exportaciones del periodo de 1994 a 2015 fue de 8.7%, sin embargo, de 2007 a 2015 la tasa cayó al 4.2%. Sobresalen de las exportaciones no petroleras, las manufactureras que de 1995 a 2015 variaron del 92.7 a 96.8. La investigación de 2007 a 2014 muestra la importancia de las exportaciones principalmente, la IED y el crecimiento demográfico para el crecimiento del PIB de las entidades federativas. La ausencia de diversificación de industrias que satisfagan al mercado interno, además de la dependencia a las importaciones que no se ha reducido son unos limitante para el crecimiento. Las atribuciones al crecimiento de las exportaciones están relacionadas con la IED que proviene principalmente de EE.UU., estas inversiones deberían de diversificarse en las entidades federativas. Se alienta a impulsar políticas comerciales estratégicas, ligadas a industrias exportadoras competitivas, que motivan las exportaciones y que tengan lazos con el resto de la economía (Mendoza, 2017).

Ros (2018) mencionó al respecto que el peso se depreció desde el segundo semestre de 2014. Por otra parte, la inversión pública fue ausente, y la privada se desaceleró en 2016 por la alarma *NAFTA*; que impacta directamente a la construcción. Las exportaciones no se desaceleraron como el resto de la economía de 2016 y 2017, debido a la recuperación económica, donde se incluyen las exportaciones de manufactura.

Las exportaciones de América del norte son analizadas desde su Valor Agregado Interno (VAI). Donde EE.UU. ha tenido mayor proporción (86%), seguido de Canadá (74%), y México (68%). El Valor Agregado Externo (VAE) de EE.UU. es del 12 y 11% para México y Canadá respectivamente, lo cual refleja la dependencia a importaciones de bienes intermedios de EE.UU. Para aprovechar los tratados comerciales México debe poner énfasis en el VAI en las exportaciones (Murillo-Villanueva, 2022).

Castañeda y López (2023), estudian la relación positiva entre el tipo de cambio real y el crecimiento económico de 1998 a 2020 en México. Los hechos

estilizados prueban que las exportaciones no alimentan las cadenas productivas internas, de hecho, frenan el crecimiento. Además, es necesaria una mayor diversificación de mercados para disminuir la sincronización a las recesiones externas, principalmente de EE.UU. Por otro lado, los autores rechazan la hipótesis sobre la devaluación del tipo de cambio real del peso mexicano no provocaría un crecimiento económico de largo plazo.

Algunos autores abordan el tema del crecimiento económico y otros factores como López y Rodríguez (2010) quienes lo relacionan con el Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores. Tinoco-Zermeño et al., (2014) indagan sobre los efectos de largo plazo de la inflación en la dinámica del crédito bancario del sector privado y el crecimiento económico en México durante el periodo 1969-2011. el desarrollo financiero, la represión financiera y el crecimiento económico (Tinoco-Zermeño et al., 2008).

Recientemente se ha relacionado el gasto público y el crecimiento económico como lo hacen Salazar (2020), y Reynoso-González y Arias, (2021).

Otros trabajos relacionan el crecimiento económico y el capital humano, como es el caso de Sánchez y García, (2015), Sánchez y Ríos (2011), Ros (2008, 2013), o Díaz-Bautista y Díaz, (2003).

2.7. La maldición de los recursos naturales en México

Meza, Barrón y Gómez- López (2011) investigan la relación existente entre recursos naturales y el crecimiento económico en las entidades federativas mexicanas de 1993 a 2003. Donde el sector agropecuario a nivel nacional promedia cerca del 11% respecto al PIB. En la mayoría de la zona norte del país el sector primario decrece. La maldición se cumple para todas las entidades federativas, excepto en el Estado de México, Querétaro, Colima,, Nayarit, Sinaloa, Quintana Roo, Veracruz, Michoacán, Oaxaca y Zacatecas. Aunque muchos de las entidades sus coeficientes no eran significativos.

Por su parte, Meza, Barrón y Urciaga (2012) indagan sobre ¿Cuál es la relación entre el capital humano y el crecimiento económico?, ¿De qué manera influyen los recursos naturales en el crecimiento económico?, ¿Cuál es la relación entre los recursos naturales y el capital humano?, analizan si en la República

mexicana se presenta la maldición de los recursos naturales tomando como variables relevantes la educación y el capital humano en el periodo de 1993-2003. Los resultados validan la maldición de los recursos naturales utilizando como proxy el sector primario en gran parte de los niveles educativos y la población productiva. Además, el sector primario afecta negativamente al gasto en educación. Se da evidencia de que la educación y la formación de capital humano aumenta el crecimiento económico.

Barrón, Gómez y Méza (2013) realizan un estudio por entidad federativa de 1993 a 2003. Destaca que en todas las entidades el sector primario está perdiendo participación. En su obra, los recursos naturales tienen un efecto negativo para el crecimiento, en los seis modelos que realiza. Pero los autores consideran que la maldición de todos los recursos naturales no aplica para México en el periodo analizado.

La conexión entre el crecimiento económico, el capital natural y la educación es central en la investigación de Vargas *et al.* (2013) enfocándose en las 32 entidades federativas, con la metodología no paramétrica Análisis Envolvente de Datos (*DEA*, en inglés). En sus conclusiones se destaca que Chiapas, Colima, Guerrero, Michoacán y Nayarit tienen una economía intensa en el uso de recursos naturales, sin embargo, con el método utilizado se llega a la conclusión de que los recursos se usan eficientemente. Por lo cual no hay evidencia de maldición de los recursos naturales, usando datos del 2003 al 2007.

Moreno, López y Marín (2013), igualmente analizan los estados mexicanos, y la relación entre crecimiento económico y la dotación de recursos naturales. Los datos que presentan muestran una tendencia creciente en hectáreas cosechadas de 1940 a 2008. No obstante, las tierras agrícolas disponibles del país exceden el 35%. La investigación se realizó de 1990 a 2007 utilizando el PIB per cápita, las hectáreas sembradas, el PIB agrícola y minero estatal. En sus resultados y conclusiones destacan la presencia de la maldición de los recursos naturales usando estos datos.

Carrera y Ramírez, (2013), se ocupan de la enfermedad holandesa en México nacional, como estatal; para el sector primario, se usó el Índice de la Enfermedad Holandesa (IEH) propuesto por (Puyana y Romero, 2009) de 1993 a 2010. No solo

afirman la existencia de la enfermedad holandesa; sino que comentan que el agravio crece. El IEH disminuyó de 1993 a 1997, pero desde entonces se ha ido incrementando, principalmente en Baja California Sur, Campeche y en el entonces Distrito Federal. La mayoría de los estados tienen poca participación en la agricultura, las manufacturas y una alta participación en el sector terciario. Hacen alusión a que la estructura de la IEH en las entidades se mantiene sin cambios significativos de 2003 a 2010.

Alfaro y Barrón (2013), analizan las entidades federativas, tanto el crecimiento, como su dinámica de participación del sector primario, además del crecimiento general de sus economías. Mencionan que se confirma la maldición para los estados con mayor participación agropecuaria. Aun con esta afirmación, reflexionan sobre la maldición y concluyen que se requieren muchas más y mejores variables de los recursos naturales, para hacer análisis más contundentes sobre la realidad de la maldición de los recursos naturales.

Rodríguez-Arias y Gómez-López (2014), analizaron 81 países en los que se incluye México, se evaluó la abundancia y dependencia de los recursos naturales con el crecimiento económico y el bienestar social. Concluyendo que no existe la maldición de los recursos naturales. Explicando que la negativa de esta relación puede ser la enfermedad holandesa, la poca diversificación de sectores económicos, la inadecuada administración de los recursos naturales, o las ineficientes instituciones, entre otros motivos.

Shahbaz *et al.* (2019) inspeccionan la abundancia y la dependencia de los recursos naturales y el crecimiento económico para 35 países donde se encuentra México de 1980 a 2015. En la regresión para medir la abundancia en logaritmos naturales, la variable endógena es el PIB per cápita real México obtuvo 0.019 en la abundancia de los recursos naturales, 0.169 en el uso real del capital per cápita, 0.009 en el desarrollo financiero, y -0.110 en la apertura comercial. Aunque su estimación fue positiva en abundancia de recursos naturales, el coeficiente es muy pequeño, y no es significativo estadísticamente. En su segundo modelo, 0.005, en su dependencia los recursos tampoco son significativos, 0.163 en el uso real del capital per cápita, 0.002 en el desarrollo financiero, y -0.117 en la apertura comercial. Lo que se traduce en una afectación negativa importante en la apertura

comercial para el crecimiento y desarrollo de México, pero una positiva de su abundancia y dependencia a los recursos naturales.

Yilanci, Aslan y Ozgur (2021) proponen analizar la maldición de forma desagregada de estos recursos. Los recursos analizados por sus rentas son el carbón, bosques, minerales, gas natural y petróleo, además de los factores clásicos de producción, capital (FBKF) y trabajo (fuerza laboral total); para explicar el PIB real per cápita de 2010 de los diversos países, la muestra es de 10 países entre ellos México, de 1990 a 2017. En el caso de México, *ceteris paribus* un incremento individual del 1% en el capital provocaría que el PIB per cápita se elevará un 0.144%. Para el trabajo, las rentas del carbón, del gas natural y del petróleo, causarían una variación del 1.626%, -0.022%, -0.058%, y 0.053% en el PIB per cápita respectivamente. Mostrando así que el carbón y el gas restringen el crecimiento y validan la hipótesis para estos recursos específicos en el contexto mexicano.

Adebayo *et al.* (2023) realizan un estudio utilizando cuantiles, para el grupo de países México, Indonesia, Nigeria y Turquía (MINT). Buscan verificar si existe la maldición de los recursos naturales y en qué nivel de cuantiles de 1970 a 2019. Los recursos naturales son positivos para México en todos los cuantiles del PIB, menos en los cuantiles medios (de 0.40 a 0.55), y de los recursos naturales, aunque su influencia es débil. Además de tener una causalidad bidireccional entre crecimiento y recursos naturales. Aunque no hay interacción causal entre el PIB y la NRR en los cuantiles promedio generales. Los autores recomiendan fomentar la industrialización, mercantilización y socialización de los sectores de servicios para impulsar el crecimiento económico.

2.8. Estudios de la *EKC* para México

La *EKC* es una de las principales teorías para relacionar el medioambiente y el crecimiento económico. Las investigaciones para México han servido para darle importancia a los daños ambientales, y buscar medidas para mitigar estos daños.

Cropper y Griffiths (1994), estudian el efecto demográfico en la deforestación en 64 países en desarrollo. Los frutos del trabajo muestran el cumplimiento de la *EKC*, ya que el crecimiento del ingreso per cápita y de la población son factores que

determinan la tasa de deforestación; principalmente en América Latina, África, mientras que en Asia ninguna de las variables utilizadas es estadísticamente significativa.

Desde los primeros estudios de la *EKC*, Grossman y Krueger (1991) se percatan de un ya existente problema grave de contaminación en México, sumando a una débil infraestructura regulatoria nacional en situación al límite. Sus conclusiones, aunque eran provisionales, en materia ambiental para México fueron muy optimistas sobre la firma del *NAFTA* tanto en lo ambiental como en el crecimiento económico. De lo contrario, Taylor, M. (2005) menciona que *NAFTA* puede terminar en un desastre natural para México, debido a su laxa regulación de los recursos naturales, y la regulación avanzada estadounidense en la materia.

Eskeland y Harrison (2003) analizan la *PHH* orientado en la manufactura para México, Venezuela, Marruecos y Costa de Marfil. En sus aportaciones destaca que para 3 países incluyendo México las empresas extranjeras son más limpias que las nacionales respecto al uso de energía donde algunas características como la edad de las plantas, el tamaño de los empleados y la intensidad de capital explican la eficiencia energética. Los hallazgos muestran que la IED en el sector manufacturero, proporciona mayor eficiencia energética y, por tanto, menor es la contaminación del aire por nivel de producción.

Cole y Elliott (2005), quienes observan un posible cumplimiento de la *PHH* en algunos sectores intensivos en capital, que por lo general también son intensivos en contaminación, y con poca demanda de mano de obra altamente calificada. Los resultados de este trabajo muestran evidencia consistente de que México y Brasil son propensos a cumplir con la *PHH*. Debido a que el costo por contaminar el medioambiente en EE.UU. son estadísticamente significativos en la explicación de la IED. Los autores abogan por la necesidad de un nivel de capital estandarizado para que los países atraigan IED y se vuelvan paraísos de la contaminación.

Otro trabajo relacionado es la estimación de Levinson y Taylor (2008); sobre las regulaciones ecológicas estadounidenses y el comercio con México y Canadá para 130 subsectores pertenecientes a las manufacturas en el periodo de 1977 a 1986, llegan a concluir que las industrias donde los costos de reducción ambiental

aumentaron más coincidieron con los mayores aumentos en las importaciones. Por lo que indicaría evidencia importante sobre el estudio de la *PHH*.

Waldkirch y Gopinath (2008) en su análisis de varios contaminantes diferentes, arroja una correlación positiva entre la IED y la contaminación que es estadística y económicamente significativa en el caso de las emisiones de dióxido de azufre altamente reguladas. Las industrias para las cuales el nexo estimado entre la IED y la contaminación es positivo reciben hasta el 30% de la IED total y el 30% de la producción manufacturera. Al mismo tiempo, hay un grupo de industrias para las cuales la relación IED y contaminación es negativa, de lo que se puede inferir que las regulaciones ambientales que imponen una menor intensidad de emisiones no necesariamente evitan las entradas de IED, *ceteris paribus*. Por otro lado, el estudio da evidencia de que la atracción de inversión en México tiene que ver con la ventaja comparativa en la producción intensiva en mano de obra.

Navarrete *et al.* (2009) que uso datos de 1980 a 2004, verifican el cumplimiento de la *EKC* para México midiendo el deterioro ambiental con el CO₂, mediante la cointegración de MCO de Engle-Granger donde un aumento del PIB per cápita de 1% aumentara 0.3197% la contaminación de CO₂.

Jáuregui *et al.* (2010) utilizaron diversas variables para representar la apertura comercial, y su nexo con el nivel de índice de volumen de contaminación orientado desde la industria manufacturera. El estudio se centra en 32 estados de México de 1993 y 2000, encontraron que la apertura comercial tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo; donde el un aumento en el índice de apertura comercial en 10% aumenta el índice de volumen de contaminación en 2.03% si *ceteris paribus*. La *EKC* tendría su *turning point* al alcanzar 12.440 dólares de 1993. Respecto a *NAFTA*, este acuerdo aceleró el deterioro medio ambiental, uno de los sectores causantes es la manufactura.

Uno de los trabajos más completos en cuanto al uso de diversas variables es el de Gómez-López *et al.* (2011). Donde usan el PIB, árboles plantados, áreas naturales protegidas, superficie reforestada, volumen de recolección de basura, todas estas variables per cápita. Además de los vehículos recolectores de basura, volumen de aguas residuales, plantas de tratamiento, capacidad instalada plantas de tratamiento, volumen tratado, licencias ambientales a establecimientos, y

finalmente la población. La obra se ocupa de los 32 estados del país, compara los datos de 1999 y los de 2006. El Distrito Federal muestra desinterés en las variables ambientales, aun siendo la entidad con mayor ingreso. Los estados más cuidadosos son Baja California Sur y Quintana Roo, quienes superan la media del PIB per cápita. Las relaciones positivas con el producto son el volumen de recolección de basura, los vehículos recolectores de basura y las plantas de tratamiento. Las relaciones inversas son las de la capacidad instalada de las plantas de tratamiento de aguas, árboles plantados y volumen de aguas residuales. El resto de las variables su relación cambia de 1999 a 2006 donde subrayan las licencias ambientales. Su desenlace muestra β -convergencia para variables como los árboles plantados, áreas naturales protegidas, volumen de tratamiento de aguas y licencias ambientales. Aunque el crecimiento no influye en todas las variables, en el volumen de aguas residuales y volumen de la recolección de basura es notable. En el análisis de datos de panel, el PIB per cápita influye positivamente en vehículos recolectores de basura, en las plantas de tratamiento de agua y en las licencias ambientales. La relación inversa se da con el volumen de recolección de basura y en el volumen de tratamiento de aguas. En general, existe β y σ convergencia en árboles plantados, áreas naturales protegidas y licencias ambientales. La hipótesis de *EKC* se valida solo en el volumen de aguas residuales y volumen de recolección de basura. Los autores no se percibe interés en la sociedad mexicana para cuidar en general al medioambiente.

Otros autores proponen un análisis con un modelo estructural, midiendo los niveles de contaminación relacionada con la producción y el consumo por separado. Con el propósito de identificar el efecto de las políticas socioeconómicas en los niveles de contaminación utilizando datos de panel de México para comparar 1999 con 2005. Con el uso de la IED, el índice de Gini, las emisiones contaminantes per cápita, y la participación de la industria del PIB total, se enfocan en el SO_2 , el Índice de corrupción y buen gobierno (ICBG). Respecto a sus resultados, el modelo 1 cumple la *EKC* del SO_2 con el PIB per cápita. El modelo 2 cumple la *EKC*, pero además, la IED, la industria y la calidad de instituciones fue estadísticamente significativa. Del modelo 3 se puede decir que los estados petroleros son los que más SO_2 emiten. No hay un impacto significativo de la desigualdad de ingresos en

el modelo 4. Asimismo, una menor calidad de instituciones, y a mayor IED se relacionan con mayor contaminación de SO₂. En el sentido regional, la zona norte del país mantiene mayor contaminación que otra región. Encuentran que la regulación de emisiones de automóviles tiene sensibilidad en el ingreso, ya que a mayor ingreso mayor acceso se tiene a estos bienes. Los cambios estructurales pueden ser políticos, avances tecnológicos y la calidad real de las regulaciones ambientales (Kochi y Medina, 2013).

Rodríguez y Gómez-López, (2013), realizan un estudio de *EKC* clásica sobre el nexo del CO₂ y el PIB per cápita; y comparan con la relación del CO₂ y el IDH para 81 países en los que se incluye México. Sus resultados muestran el cumplimiento de la hipótesis con el PIB per cápita. Contrariamente la relación IDH y el CO₂ mantiene una forma de U.

Arévalo (2017) investigó la *EKC* para México mediante MCO utilizando datos de 1960 a 2016, hallando que las emisiones de CO₂ y el PIB per cápita se relacionan positivamente, y el PIB² es ligeramente negativo. Concluyendo el cumplimiento de la *EKC* para las variables utilizadas y considera que México no mantiene una estabilidad económica y socioambiental.

Una estimación más de MCO, pero a nivel microeconómico, es el de Pérez-Cirera *et al.* (2018) utilizando el ingreso de los hogares mexicanos de la Zona Metropolitana del Valle de México con datos de 2010, 2012 y 2014, describen el nexo de emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y de CO₂. Los vehículos son la principal fuente de CO. Existe una relación creciente con el CO y CO₂, y un cumplimiento de la *EKC* con el NO_x que son las menores emisiones de los 3 gases. Se concluye que en el transporte los hogares de mayores ingresos contaminan más, y una mayor exposición de la salud de los hogares con menores ingresos. Se incita urgentemente a tomar medidas de política pública que mejoren el modo y uso de transporte para el beneficio social mexicano.

Balsalobre-Lorente *et al.* (2019) estudiaron la relación entre la IED y la huella ecológica de los países MINT, en perspectiva del *PHH* en el período 1990-2013. Igualmente, exploran las relaciones no lineales del crecimiento económico y la huella ecológica. Los resultados de aplicar estimaciones FMOLS y DOLS validaron de forma grupal la *PHH*, y la hipótesis de U invertida que usó la IED, así como

cuando se relaciona el PIB. Por lo que la IED que llega a estos países genera una mayor huella ecológica; sin embargo, el crecimiento de estos flujos de IED reduce posteriormente la huella ecológica. Esta investigación muestra que en el largo plazo, la transición a una producción más respetuosa del ambiente se acelera y atrae la IED de alta tecnología en los países MINT.

Mientras que Agbede *et al.* (2021) los efectos del crecimiento económico, el consumo de energía, la urbanización y las variables medioambientales de la biocapacidad, y también la huella ecológica en los países MINT de 1971 a 2017. De forma grupal crecer 1% del PIB, la huella ecológica se deteriora un 0.5076% en corto plazo y 0.4288 en el largo plazo. En el corto plazo, el término de corrección de error sesgado implica que la huella ecológica de México convergerá a su equilibrio de largo plazo de 26.87% anual. Aunque identificaron que el consumo primario per cápita de energía, la urbanización y la biocapacidad no eran significativas. Se alienta a mejorar las leyes y el cumplimiento de ellas en materia ecológica, en apoyar las innovaciones en los mercados financieros y los recursos naturales para desarrollar medidas energéticas efectivas.

Uno de los pioneros del uso de la coherencia wavelet para estudiar a México es Adebayo (2020) donde examina los efectos causales y de largo plazo de la FBK, el crecimiento real de las emisiones de CO₂, la apertura comercial, y el uso de energía de 1971 a 2016. ¿Es válida la *ECK* para México? ¿Existe una relación causal y de largo plazo entre las emisiones de CO₂ y sus determinantes? La coherencia wavelet puede combinar la causalidad en el dominio del tiempo y causalidad en el dominio de la frecuencia; además de evitar resultados inexactos por rupturas estructurales en las series de tiempo. Se confirma que la hipótesis de U invertida de la *EKC* es válida para México con base en las emisiones de CO₂, aunque levemente, ya que acrecentar 1% el PIB₂ reduce las emisiones de CO₂ en -0.091%. Si lo demás es constante, un aumento del PIB real del 1% genera 1.011% de mayores emisiones de CO₂ a un 99% de significancia estadística. Asimismo, al incrementar 1% del uso de energía se aceleraría 1.293% de las emisiones de CO₂. Al elevar la FBK en un 1% se generaría un 0.279% de CO₂. De 1976 a 1993 existe evidencia de una correlación positiva y significativa entre el crecimiento económico y el CO₂ emisiones. De 1975 a 1995 y de 1998 a 2012 hay una correlación positiva

y significativa entre el consumo de energía y las emisiones de CO₂. Además de que la causalidad es unidireccional entre el consumo de energía y las emisiones de CO₂, esto destaca al consumo de energía como un relevante predictor de las emisiones de CO₂. De 1978 a 1990 la correlación es positiva y significativa entre la FBK y las emisiones de CO₂. Al igual que con la energía la FBK tiene causalidad unidireccional. Las conclusiones apuestan por incentivar una política energética sustentable diversificando las fuentes de energía renovables, además de apoyar financieramente la innovación, la investigación del sector manufacturero.

En un estudio se focaliza en la *EKC* para 24 diversos países de la *OCDE* y encuentran la validez al usar la huella ecológica y el PIB per cápita de 1980 a 2014, el análisis incluye economías como México y Chile. Asimismo, evidencian que aumentar el consumo de energías renovables reduce la huella ecológica, por el contrario, consumir más energías no renovables aumenta la degradación ambiental (Destek y Sinha, 2020).

Una de las investigaciones para las economías de América del Norte (México, EE.UU. y Canadá) es la de Rosado-Anastacio (2017) donde se revisa la conexión entre PIB real per cápita, las emisiones de CO₂, el consumo de energía eléctrica de 1980 a 2008 como bloque económico. Los resultados respaldan la *EKC* tanto al usar panel de mínimos cuadrados ordinarios totalmente modificados (FMOLS) y el panel de mínimos cuadrados ordinarios dinámicos (DOLS), ya que aumentos del 1% en el PIB² y en el consumo de energía disminuyen las emisiones de CO₂ en -0.93 (FMOLS) y -0.92 (DOLS) para el PIB², en el consumo de energía -0.71 (FMOLS) y -0.70 (DOLS). Existe una causalidad de Granger unidireccional entre las emisiones de CO₂ y el PIB y que existe una causalidad de Granger unidireccional entre las emisiones de CO₂ y el consumo de energía.

Arango *et al.* (2020) que se enfoca en el CO₂, el PIB, y consumo de energía y exergía, y el IDH, y la apertura comercial de 1990 hasta 2016. La *EKC* es inválida para los datos representativos de Canadá, contrario respecto EE.UU. que tiene una contracción pronunciada en las conexiones de emisión de CO₂ versus la intensidad de exergía y apertura comercial en, y México que tiene una pendiente más ligera en la intensidad de exergía. Aunque de 1990 a 2015 el IDH creció 11%, existe una brecha significativa con Canadá y EE.UU. El aumento de 1% de cuota renovable

exergética, la reducción del CO₂ sería en 6.2%, y 25% para México y EE.UU. respectivamente. La prueba de Granger describe una causalidad unidireccional de CO₂, PIB, y las variables energéticas para México. Por parte de EE.UU. el nexo es bidireccional entre el consumo de energía, crecimiento económico, participación exergética de las energías renovables y apertura comercial. Los autores subrayan que, en un entorno con cambio climático tan hostil, recomiendan a México diversificar sus fuentes de energía limpias y renovables, y a promover acuerdos internacionales que prioricen el cuidado ambiental, disminuyan la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Un trabajo más con este enfoque es el de Gómez y Rodríguez (2020) donde se plantea la relación entre el crecimiento económico, la degradación ambiental medida por la huella de ecológica, el consumo de energía renovable, las patentes aplicadas, y la apertura comercial, de 1980 a 2016 de Canadá, EE.UU. y México. Donde parece que Canadá es el país más cuidadoso de los tres con su biocapacidad, y donde México excedió su biocapacidad con su huella ecológica después de la segunda mitad de la década de los 70's. Los resultados del estudio presentan una relación de equilibrio de largo plazo entre estas variables. El consumo de energía renovable reduce la degradación ambiental y se confirma la *EKC* para México, EE.UU. Pero no para Canadá; sin embargo, la hipótesis se confirma para el grupo de los 3 países. En el caso de la regresión cuantil, la hipótesis se valida desde los cuantiles 3 al 9. Mientras que la actividad innovadora medida por las patentes verdes y no verdes no logra reducir la degradación ambiental. Los autores instan a promover una política ambiental integrada al Tratado comercial entre México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC, o *USMCA/CUSMA* por sus siglas en inglés) para la producción y consumo de energías renovables, sensibilizar a la población y aplicar políticas públicas para reducir la degradación ambiental y sus impactos económicos, políticos y sociales.

Govea *et al.* (2021), estudian 4 de las 8 ramas de las actividades manufactureras más contaminantes en México conforme a la metodología Waldkirch y Gopinath (2008). La IED canadiense, en una muestra de 1999 a 2019. Encontrando débil evidencia que sostenga la *PHH* para las industrias de bebidas, alimentaria, insumos de textiles, productos textiles y prendas de vestir, industria del

papel e impresión y las industrias metálicas, de fabricación de productos metálicos y de maquinaria y equipo. Sin embargo, destacan los autores que la IED en el sector minero es ampliamente dominada por inversión de Canadá, y es conocido ampliamente el agotamiento y degradación de este sector.

Destek y Sarkodie (2019) examinan la asociación del crecimiento económico, el consumo de energía, el desarrollo financiero, y la huella ecológica de 1977 a 2013 para un grupo de 11 países incluido México. Sus conclusiones validan la relación de U invertida para México entre degradación ambiental y crecimiento económico. Además, el consumo de energía deteriora el medioambiente mexicano, aunque no para otros países como Pakistán.

Ceballos y Flores-Xolocotzi, (2022) se interesan por la relación del crecimiento y los residuos sólidos urbanos per cápita de las 32 entidades de México de 1992 a 2018. Donde en sus hallazgos muestran que 8 estados han pasado el punto de inflexión, para que el resto del país tenga estos puntos de inflexión se debe de profundizar en la política pública acertada, con regulaciones de comando, control e impuestos, impulso de voluntariado, protección ambiental y mejorar el reciclaje.

Uno de los primeros trabajos en examinar el nexo entre el consumo de energías renovables y no renovables, el crecimiento económico y las emisiones de CO₂ en México es el de Salazar-Núñez, Venegas-Martínez y Lozano-Díez, (2022) que abarca el período de 1973-2018, con un análisis de corto y largo plazo. Con la herramienta de cointegración junto con MCO totalmente modificados, la causalidad de Granger para *EKC*. México inició el consumo de energías renovables en 1986, pero su proporción equivalía a 1% hasta 2014 cuando aumentó aproximadamente al 2%. Entre los principales resultados destaca que el PIB per cápita explica en corto y largo plazo las emisiones de CO₂ fortaleciendo la evidencia empírica de una *EKC* para México. Por otro lado, el consumo de energías renovables, no renovables y el crecimiento económico provocan en el sentido de Granger los niveles actuales de emisiones de CO₂. Además, el PIB rezagado y el consumo de energía no renovable tienen causalidad de Granger en las emisiones contemporáneas de CO₂. Las políticas de corto plazo deben focalizarse en la generación de energías limpias, aunque se tenga que recurrir a la participación privada, utilizar energía de ciclo del gas natural, disminuir las emisiones de las termoeléctricas, y fortalecer la ley

ambiental en particular para regular la industria cementera. Mientras que a largo plazo deberían promover el uso de energías renovables en la economía al sustituir a las contaminantes como la termoeléctrica o modernizando y diversificando las energías limpias, poniendo énfasis en los sectores de electricidad, transporte, manufactura y construcción.

Uno de los primeros estudios para México que relaciona el crecimiento económico, la interacción de la huella ecológica con el agotamiento de los recursos naturales, la innovación tecnológica, la IED, y el consumo de energía bajo el marco de *EKC* es el de Hossain *et al.* (2022) analizando de 1980 a 2018 con el uso de simulaciones de Modelo Autoregresivo con Retardos Distribuidos (*ARDL*, por sus siglas en inglés). Los hallazgos empíricos muestran que un aumento del 1% en el agotamiento de los recursos naturales afecta la calidad ambiental de México en 1.951% y 1.879% en el largo y corto plazo, respectivamente. Cada incremento del 1% en la IED, la huella ecológica aumenta en un 0.522%. Ampliar el uso de energía en 1% conduce a un aumento del 0.246% y del 2.048% en la huella ecológica a corto y largo plazo, respectivamente. Este resultado viene contextualizado por la falta de fuentes de energía sostenibles en México. Mejorar en 1% la innovación tecnológica, la huella ecológica disminuye en un 1.286% y en 0.423% de largo plazo respectivamente *ceteris paribus*. De todas las variables solo la innovación tecnológica mejora en la calidad ambiental, y se muestra muy sensible a esta variable el deterioro ambiental. Concluyen que la extracción de recursos naturales de México no ha sido sostenible, y limita la biocapacidad de regeneración de recursos. Además de ser el petróleo el recurso natural predominante generador de gases GEI que comprometen la tierra, el agua y claramente el aire. Se validan la hipótesis de *PHH* Los resultados no validan la *EKC* evidenciando las políticas realizadas en México, ya que el desarrollo económico no esté rigurosamente planificado, y existe alta probabilidad de incertidumbre en política económica. Recomienda hacer análisis regionales y sectoriales, cambios legislativos en seguridad ambiental de corto y largo plazo. México en sus acuerdos comerciales regionales e internacionales debe buscar reducir la importación y exportación de fósiles paulatinamente. México debe dar valor agregado a los recursos naturales extraídos (es decir, la tecnología gasto-líquido (GLT) hace que el uso del gas natural

sea más seguro y limpio). México puede aprovechar sus minerales sólidos (es decir, litio, plata, aluminio, cobalto) para construir por sí mismos tecnologías de energía renovable (es decir, baterías de iones de litio) para combatir la contaminación ambiental. La IED se canaliza hacia sectores más sucios que deben desviarse para facilitar una producción más limpia. A corto plazo, las energías térmicas basadas en carbón y petróleo deben sustituirse por energía térmica basada en gas. A largo plazo, es necesario eliminar progresivamente las centrales térmicas alimentadas con carbón y sustituir gradualmente la energía térmica basada en gas.

La relación entre emisiones de GEI y el PIB, con una muestra de 86 países incluido México de 1990 a 2019, analizan con datos de panel por cuantiles, donde se da mayor fortaleza a la *EKC* debido a que los países con mayores ingresos resultan ser los que menos emisiones de GEI emiten. Además, los GEI parecen ser un factor importante para el crecimiento. Los recursos naturales en los primeros 3 cuantiles frena el crecimiento, pero en el cuarto es levemente positivo. Recomiendan el uso eficiente de los recursos naturales y procurar la transición energética para lograr los objetivos mundiales para frenar el cambio climático (Torres-Brito, Cruz-Aké y Venegas-Martínez, 2023).

2.9. Crecimiento económico y medioambiente. Otros enfoques

Nahrin *et al.* (2023) estudiaron el impacto del crecimiento económico y su nexo con el uso de energía en la contaminación ambiental de México, Colombia y Venezuela de 1970 a 2020. En México, el consumo de energía renovable es una opción potencial para satisfacer la demanda de energía y reducir las emisiones de CO₂. Ya que al añadir 1% de consumo de energía renovable, se reduce el 0.05% de emisiones de CO₂. Un aumento del 1% en el consumo de energía eleva significativamente el CO₂ en un 0.41%. El consumo de energía per cápita en los últimos 50 años, se multiplicó 3.5 veces, en comparación con menos de 2.5 veces en Venezuela y Colombia. Dichos países han intensificado el uso de energías renovables como porcentaje del uso total de energía, llegando a más del 30%. México, por el contrario, su pobre participación llega a 9.47%. Se sugiere hacer la

transición energética apoyada de políticas para la innovación tecnológica que mejoren la relación con el medioambiente.

Algunos estudios focalizados a sectores específicos y la *EKC* es el de Selcuk, Gormus y Guven, (2021) donde se centran en el efecto de las actividades agrícola, el consumo de energía, la IED, la apertura comercial y sus relaciones con las emisiones de CO₂ para 11 países incluido México, de 1991 a 2019. Usando el PIB de México, se valida la *EKC*, el consumo de energía eléctrica, y la actividad agropecuaria se asocian positivamente con el CO₂, pero la apertura comercial es negativa en México. México fue el único país donde la actividad del sector primario aumentó las emisiones de CO₂ en el estudio, por lo que se recomienda rediseñar estrategias para frenar el crecimiento del CO₂, impulsar energías renovables, agricultura orgánica, de invernadero, tener cuidado con el uso excesivo de pesticidas y fertilizantes.

Gómez, Ciarreta y Zarraga, (2018), entre sus resultados destaca el nexo a largo plazo de la producción, el capital, el trabajo y la energía, y vínculos causales lineales entre el consumo de energía total y desagregado y el crecimiento económico de 1965 a 2014. Mientras que la casualidad no lineal se ocasionó entre el consumo de energía con el sector del transporte, el capital y la mano de obra y la producción. Resaltando la importancia de la energía en la actividad económica, sin embargo, 60% de las emisiones contaminantes totales de México provienen del sector energético. Los autores enfatizan en la eficiencia energética, además de la transición energética energía amigable con el ambiente.

Gómez-López (2011) señalan que existe una relación directa y creciente entre el crecimiento económico, el consumo de energía y las emisiones de CO₂ de 1980-2005. El transporte, la residencia, la industria, el comercio y el sector público son los que mayor consumo han tenido. El consumo de energía y el crecimiento económico dependen de un mayor consumo de energía de los sectores de la economía industrial, residencial y transporte. Incrementar las emisiones impulsa al crecimiento económico y al consumo de energía.

De 2001 a 2008, López y Gómez-López, (2013) realizan una exploración con datos estatales como la corrupción tiene efectos coincidentes y retardados en el IDH, y con los recursos naturales. En la generación de residuos urbanos, la

corrupción incrementa los residuos, además de disminuir la recolección de basura. Retardando la corrupción, se afecta en mayor medida los recursos maderables. Incrementar la IDH hace que la regular los recursos maderables y en tiene a aumentar la recolección de basura, contrariamente incrementa los residuos urbanos. Un análisis similar es el de Rentería y Gómez-López, (2013) de 2001 a 2007, con datos estatales, donde la IDH disminuye la corrupción, y la densidad de población y los recursos forestales la incrementan. Las autoras destacan el fortalecimiento de instituciones para desalentar la corrupción.

Raihan *et al.* (2023) elaboran un análisis de la capacidad de carga de México de 1971 a 2018. Encontrando que el 1% de incremento en el PIB reduciría la biocapacidad en un 0.63% a largo plazo y en un 0.23% a corto plazo. Además, al aumentar el 1% del consumo de energía de combustibles fósiles se reduciría la biocapacidad en 6.78% en el largo plazo, y -1.38 en el corto plazo. Por su parte, un incremento en 1% de la urbanización, la biocapacidad se reduce en -2.31% en el largo plazo, y -1.25 en el corto plazo. En consecuencia, la prosperidad económica degrada el carácter de la ecología con el tiempo. El factor de capacidad de carga aumentaría un 1.03% a largo plazo y un 0.18% a corto plazo, con un aumento del 1% en la energía verde. El uso de un 1% adicional de la energía renovable aumentaría la biocapacidad en 0.13% a largo plazo y 0.01% en el corto plazo. Llegan a la conclusión de que el crecimiento económico, los combustibles fósiles y la urbanización influyen negativamente en el factor de capacidad de carga de México, por el contrario, el uso de fuentes de energía renovables y la globalización financiera tienen un efecto favorable. Recomiendan dar prioridad a políticas para acelerar la implementación e integración de fuentes renovables de energía, y la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles para el consumo de energía, además de atraer IED para el sector eléctrico. Una mejor planeación urbana sostenible puede mejorar la red eléctrica de las urbes.

Conclusiones preliminares

Como objetivo de este capítulo, se describen los trabajos que estudian el crecimiento económico desde distintos ángulos; y algunos trabajos que abordan su relación con el medioambiente y los recursos naturales.

De manera general, la mayoría de los estudios que estudian el crecimiento económico y el medioambiente utilizan el CO₂, SO₂ u otros gases de efecto invernadero para medir el deterioro ambiental. En la actualidad, se tienen más herramientas para medir el daño ambiental como la huella ecológica, la biocapacidad, o la propia huella hídrica, etc.

Respecto a la maldición de los recursos naturales, la bibliografía no logra tener resultados concluyentes. Debido a que existe una gran dependencia de que variable se seleccionan para tener los distintos resultados, además las técnicas econométricas también arrojan diversos resultados.

Lo cierto es que el porcentaje de participación del sector primario en el PIB nacional se está menguando. En contraste, el sector terciario está ganando peso en la participación en la economía. Además, se hace visible una subutilización de las tierras disponibles para cosechar a nivel nacional. Se recomienda ser cautelosos y precavidos en la legislación para transitar a una economía sustentable y minimizar las repercusiones al medio ambientales causadas por la dinámica económica, como la ocasionada por la industria extractiva.

Carrero y Ramirez (2013) señalan que el IEH parece que aunque en un periodo específico se ha mejorado, en general se puede decir que ha empeorado. Por lo que se recomienda hacer una mayor diversificación (en especial un apoyo a las manufacturas) de la economía de las entidades federativas más vulnerables como Baja California Sur, Campeche, Distrito Federal, Guerrero, Quintana Roo y Tabasco.

Aunque la *EKC*, es el enfoque que más se ha utilizado para estudiar el crecimiento y el medioambiente. Aún está abierto el debate académico, debido a que los resultados son variados, dependiendo los indicadores que se usen, y el método econométrico que se aplique.

Lo que es incuestionable, es que la firma de *NAFTA* ha dado paso libre a una mayor degradación del medioambiente conforme a la literatura y los datos que los diversos autores toman para medir el deterioro ambiental consultados en este documento.

México debe darle mayor importancia a la reducción al daño ambiental, una forma de hacerlo es motivando la atracción de IED que impulse una economía más verde, se tiene que mejorar la regulación del medioambiental en los 3 niveles de gobierno. Por último, fomentar un mayor crecimiento a la diversidad de especies a nivel nacional. Impulsando los siete reinos de la naturaleza, Archaea, Bacteria, Protozoa, Chromista, Plantae, Fungi, y Animalia.

Finalmente se presentan algunas otras investigaciones que relacionan el crecimiento económico mexicano y su relación con el medioambiente. Principalmente usan variables que miden el consumo de energía, otros autores relacionan el IDH, la corrupción y el deterioro del medioambiente. Otro estudio analiza la relación de la biocapacidad nacional con el crecimiento económico, el uso de energías fósiles, la energía renovable, la globalización financiera y la urbanización.

Capítulo 3. Crecimiento y medioambiente. La evidencia empírica para México, 1980-2022

Como se ha descrito en este trabajo, el crecimiento económico a largo plazo de México lleva décadas preocupando a los economistas. En la búsqueda de las causas del lento crecimiento, el contexto de un deterioro constante y agudo en el medioambiente puede ser una explicación.

En este sentido, el indicador de biocapacidad de México se usará para medir el estado del medioambiente, sobre todo porque muestra un descenso prolongado desde 1961 hasta 2022 (último dato). Lo preocupante es que únicamente se ha incrementado la biocapacidad en 3 ocasiones (1987, 1990 y 2016).

Por lo cual, el objetivo de este capítulo es dar evidencia empírica, mediante estimaciones econométricas, del impacto que ha tenido el deterioro ambiental, medido por la biocapacidad, en el crecimiento de México. El comportamiento del crecimiento económico y su relación con los factores de producción, capital, trabajo, y medioambiente (medido por la biocapacidad), de 1980 a 2022, se estimará con modelos de regresión lineal múltiple por mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

El capítulo se desarrolla partiendo de la descripción de la metodología econométrica de la regresión lineal múltiple, además de los supuestos de linealidad, correlación, media condicional cero, homocedasticidad, y autocorrelación que se buscan cumplir en este tipo de modelos.

Posteriormente, en el segundo apartado, se muestra el planteamiento del método econométrico de MCO, además de cómo se obtienen los parámetros estimados matemáticamente. Además, las explicaciones de la ecuación econométrica.

El siguiente apartado describe las variables a nivel nacional de México, que se requirieron para realizar el análisis empírico. Estas variables son el Producto Interno Bruto (PIB), la población ocupada (L), la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF), y finalmente, la variable que publica el grupo de expertos en los límites del medioambiente, Global Footprint Network (GFN) denominado biocapacidad, es importante destacar que esta institución también se encarga de publicar la huella ecológica de varias economías del mundo.

El contexto para México muestra un PIB que se debilita en su crecimiento de largo plazo, acompañado de una FBKF estancada desde que llegó a su máximo histórico en 2016. En cambio, la población ocupada crece constantemente, impulsada por el crecimiento poblacional. Mientras que la BC se ha reducido desde 1961, solamente creció en 2006, 2013 y en 2020. Pero estos incrementos tienen una menor magnitud que los decrecimientos.

En el siguiente apartado, se desarrolla la especificación econométrica y estimación del modelo que explican las funciones de producción de México de 1980 a 2022. Por medio de la herramienta econométrica de MCO, además de usar una variable *dummy* que mide las grandes recesiones que acontecieron en la economía de México.

Finalmente se discuten los resultados obtenidos del análisis empírico. Se puede adelantar que se muestra a la biocapacidad como un freno al crecimiento económico y que por lo tanto atribuye al lento crecimiento de México de 1980 a 2022. Por último, se muestran la síntesis de los principales hallazgos de este tercer capítulo en las conclusiones preliminares.

3.1. Especificación general de un modelo de regresión lineal múltiple

La econometría es el nexo entre las matemáticas, la estadística y la economía, por medio de estas disciplinas se miden las relaciones, la teoría económica y las políticas públicas (Gujarati y Porter, 2009; Wooldridge, 2009; Johnston, 1994). Aunque existen debates, lo más acertado es el reconocimiento a Ragnar Frisch como el padre de la econometría debido a que acuñó este término en 1926, aunque también se aprecian las atribuciones de Henry Ludwell Moore, que han beneficiado a la econometría moderna, siendo el primero en hacer regresiones lineales para curvas de demanda empíricas (Lange, 1978; Epstein, 1987).

Como lo describen Gujarati y Porter, (2009) los fenómenos de la teoría económica involucran diversas variables, lo que ha causado que el uso de los modelos econométricos sea de regresiones multivariantes.

Como lo describe Gujarati y Porter, (2009) los fenómenos de la teoría económica involucran diversas variables, lo que ha causado que el uso de los modelos econométricos sea de regresiones multivariantes.

Para Wooldridge (2009), la gracia de los modelos de regresión lineal múltiple es la capacidad de estimar diversas variables exógenas que simultáneamente a la variable a explicar. Por lo tanto, los modelos multivariantes suelen incrementar el coeficiente de correlación en comparación con regresiones bivariantes, debido a que pocos fenómenos económicos se pueden explicar con precisión utilizando una sola variable exógena. A continuación, se presenta la estructura econométrica de este tipo de modelos múltiples.

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + \dots + \beta_k X_{kt} + u_t \quad (25)$$

donde Y_t es la variable dependiente, y las variables explicativas son X_2 y X_3 , u es el término de error o perturbación estocástico. El subíndice t muestra la t -ésima observación. Mientras que k representa el número de variables y constantes que se puedan agregar a los modelos.

El término β_1 de la ecuación representa el intercepto, es decir el efecto que se ocasiona sobre Y cuando se excluyen todas variables del modelo, y su interpretación representa el valor medio de Y_t cuando X_2 y X_3 toman el valor de cero. Mientras tanto, β_2 representa el cambio en Y_t ocasionado por una variación en X_2 , mientras X_3 se mantiene con un valor constante. Mientras que β_3 , denota el efecto puramente de X_3 cuando X_2 y es constante.

Los supuestos que describen tanto Wooldridge, (2009) como Gujarati y Porter, (2009) son los siguientes.

Supuesto 1: Linealidad

Parten con la linealidad en el comportamiento de los parámetros β_i . La variable debe estar correctamente especificada en variables exógenas y en término de error estocástico. Para probar el cumplimiento de este supuesto se realizará una gráfica de dispersión de las variables

Supuesto 2: Valores fijos de X_t o no están correlacionadas con u_t

Los valores de X_{kt} deben ser independientes al término de error (u_t), es decir covarianza cero entre cada una X_{kt} y u_t

$$\text{cov}(u_t, X_{2t}) = \text{cov}(u_t, X_{3t}) = 0 \quad (26)$$

Supuesto 3: Media condicional cero

Además, que el valor medio de la perturbación u_t sea cero

$$E(u_t | X_{2t}, X_{3t}) = 0 \text{ por cada } t \quad (27)$$

Supuesto 4: Homocedasticidad

La varianza constante del término de error u_t

$$\text{var}(u_t) = \sigma^2 \quad (28)$$

Supuesto 5: No autocorrelación

El modelo expresa una nula autocorrelación, o correlación serial entre las perturbaciones.

$$\text{cov}(u_k, u_h) = 0 \quad k \neq h \quad (29)$$

3.2. El método Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)

El método de MCO es atribuido al matemático, físico y astrónomo germano Johann Carl Friedrich Gauss, el desarrollo de este método se remonta a 1794. El procedimiento se enfoca en minimizar la suma del cuadrado de las distancias entre las observaciones de la muestra y los resultados de las estimaciones del modelo. (Gujarati y Porter, 2009; Dunnington, Gray y Dohse, 2004).

Estimar por MCO es el método más común en el análisis de regresión estadísticas, sus características son muy atractivas que lo han convertido en uno de los procedimientos más eficaces (Gujarati y Porter, 2009),

Los MCO son una herramienta versátil, pues permite hacer análisis de regresión lineal, pues ayuda a predecir valores, además ayuda a identificar tendencias y patrones en las series de tiempo, ajusta las curvas, ya que puede encontrar una función matemática que describa a una variable, es útil en la estimación de parámetros (Gujarati y Porter, 2009; Wooldridge, 2009; Johnston, 1994),

Siguiendo a Wooldridge, (2009) y a Gujarati y Porter, (2009), el modelo econométrico se representa de la siguiente forma.

$$Y_t = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_{2t} + \hat{\beta}_3 X_{3t} + \hat{u}_t \quad (30)$$

donde cada $\hat{\beta}_j$ es la estimación o parámetros desconocidos correspondiente a su X_{jt} . Y_t es la variable dependiente, $\hat{\beta}_1$ es la constante de Y_t , y las variables explicativas son X_2 y X_3 , \hat{u}_t es el término de error o perturbación estocástico. El subíndice t muestra la t -ésima observación.

Como su nombre lo indica se elige el valor mínimo de la suma de los residuos cuadrados. Matemáticamente se representa a continuación:

$$\min \sum_{t=1}^n \hat{u}_i^2 = \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_{2t} - \hat{\beta}_3 X_{3t})^2 \quad (31)$$

Para obtener $\hat{\beta}_1$ se utiliza

$$\hat{\beta}_1 = Y_t - \hat{\beta}_2 X_{2t} - \hat{\beta}_3 X_{3t} \quad (32)$$

La fórmula para calcular $\hat{\beta}_2$

$$\hat{\beta}_2 = \frac{(\sum y_t x_{2t})(\sum x_{3t}^2) - (\sum y_t x_{3t})(\sum x_{2t} x_{3t})}{(\sum x_{2t}^2)(\sum x_{3t}^2) - (\sum x_{2t} x_{3t})^2} \quad (33)$$

Para calcular $\hat{\beta}_3$

$$\hat{\beta}_3 = \frac{(\sum y_t x_{3t})(\sum x_{2t}^2) - (\sum y_t x_{2t})(\sum x_{2t} x_{3t})}{(\sum x_{2t}^2)(\sum x_{3t}^2) - (\sum x_{2t} x_{3t})^2} \quad (34)$$

3.3. Descripción de los datos y estructura de las variables

Para el análisis empírico se utilizó una periodicidad anual de los datos que ocupan un intervalo temporal que inicia en 1980 y finaliza en 2022, para la economía mexicana; por lo que se trabajó con series de tiempo de 43 observaciones de cada variable. Siguiendo a Johnston (1994), una muestra mayor a las 30 observaciones es recomendable debido a que da mayor confiabilidad a los resultados que se obtengan en las estimaciones.

Los datos del PIB real a precios de 2018, la Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF) a precios de 2018, y el empleo formal, fueron tomados de los emitidos por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Para el caso del indicador de la Biocapacidad (BC) los datos fueron recabados de la *Global Footprint Network* (GFN). Se estimó por MCO debido a la estructura de la información estadística disponible para la variable de BC. Ya que esta variable no se puede encontrar por entidad federativa lo que impide la realización de modelos de corte transversal, mucho menos para un análisis de datos de panel.

Para poder representar la siguiente ecuación adaptada a partir de la propuesta por Romer (2006), se necesitó distintas variables proxys que se describirán a continuación.

$$Y_t = K_t^\alpha T_t^\gamma [A_t, L_t]^{1-\alpha-\beta-\gamma} \quad (35)$$

La variable más común para medir el crecimiento económico Y_t es el PIB, o el PIB per cápita. Esta medición para calcular la producción es atribuida principalmente al premio nobel de economía de 1971 Simon Kuznets (Jarriola, 2018). Para Weil (2006) y Callen (2008), el PIB es el valor (dinero) de todos los bienes y los servicios producidos en una economía en un año contando los bienes finales. Para esta investigación se eligió el PIB real anual de México para representar el crecimiento económico, su unidad de medida en este trabajo es millones de pesos mexicanos a precios constantes de 2018.

Para ilustrar el factor del capital (K_t) para México se usó como representación la FBKF. Para INEGI (2018) la FBKF se puede descomponer en activos fijos tangibles como los inmuebles, maquinaria y equipo; y en activos fijos intangibles ejemplificados por la investigación y el desarrollo, exploración minera. También se puede clasificar la FBKF por su lugar de origen sea nacional o importado, o por el tipo de sector ya sea público o privado. Se obtuvieron tres series reales de la FBKF nacional total, la primera de 1980 a 1994, la segunda de 1988 a 2004 y finalmente la tercera serie de 2003 a 2022.

Para empalmar las series de tiempo de los datos, se realizó los cálculos correspondientes a las Tasas de Crecimiento Anual (TCA). Se multiplicó el valor de la serie más corta por la TCA de la serie más larga, así se fue cuantificando el correspondiente valor de cada una de las observaciones de la serie que tenía más observaciones, hasta llegar a tener los datos de 1980 a 2024. Finalmente la FBKF se utiliza a precios constantes de 2018.

Para representar el factor trabajo (L_t) de la economía, se optó por la población ocupada, que pertenece a una fracción de la Población Económicamente Activa (PEA). El INEGI publica al segundo trimestre de la PEA como un dato anual. Con el objetivo de quitar el componente estacional de esta variable se utilizó los datos disponibles que parte del segundo trimestre del 2000 al segundo trimestre de 2022 y se desestacionalizar con la metodología X12 ARIMA ocupada por instituciones importantes como *The United States Census Bureau (USCB)*, el INEGI, y otras instituciones que calculan estadísticas. Igualmente se contempló al segundo trimestre como el valor anual como el INEGI lo toma. La segunda serie se retomó de los datos del Centro de Análisis y Proyecciones Económicas de México (CAPEM,

varios años). Tanto los datos del INEGI, como los del CAPEM se cuantifica como un número absoluto de personas.

A diferencia de la mayoría de los trabajos que relacionan el MA, y el crecimiento económico en México, este documento no ocupa las populares emisiones de CO₂, o de SO₂, o cualquier otro contaminante. Debido a que como lo menciona Barrón *et al.* (2013), México es uno de los países mundialmente más biodiversos por lo que la medición de sus recursos naturales puede ser compleja y su MA mucho más. Para afrontar esta situación, se seleccionó la biocapacidad per cápita (BC_t) como la variable que de mejor forma refleja las mediciones de medioambiente (MA_t).

La BC es la variable de medición óptima para este estudio, debido a que hace referencia a la suficiencia de los ecosistemas para producir materiales biológicos (incluyendo la vida humana) utilizados por las personas, y además absorber materiales de desecho generados por los humanos, bajo los esquemas de gestión y tecnologías de extracción actuales. Es calculado por el GFN, se expresa en hectáreas globales (gha). Una hectárea global es una hectárea biológicamente productiva (ya sea tierra o agua) con una productividad biológica promedio mundial para un año determinado que la propia GFN, esta variable representa de cierta forma la oferta o el acervo de medioambiente que se tiene disponible (Wackernagel, Beyers y Rout, 2019). De esta forma esta variable puede representar los límites generales de la capacidad biológica de México.

La Huella Ecológica (HE) es una popular medida que cuantifica la superficie de tierra y agua biológicamente productiva requerida por un individuo, población o actividad para producir todos los recursos que consume y absorber los desechos que genera, utilizando la tecnología y las prácticas de gestión de recursos predominantes. Esta variable puede mostrar la demanda que se realiza del medioambiente que las sociedades requieren, se mide con gha (Wackernagel, Beyers y Rout, 2019).

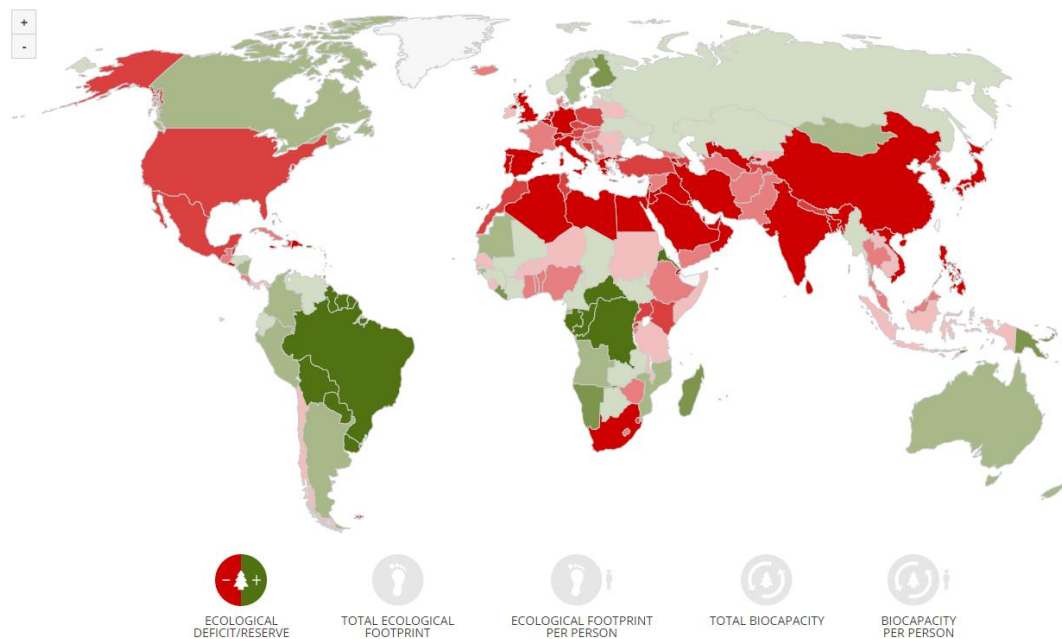
En la actualidad, como se muestra en la gráfica 3.1 se observa que el balance que se da entre la BC y la HE, resultado de la resta de las gha de estas variables. Existen panoramas favorables como Suriname, Guayana, Gabón, el Congo o la república de África central, Bolivia y Uruguay tienen un superávit en BC. También

existen situaciones más neutrales como el caso de Panamá, Vanuatu y Fiji que tienen un balance cercano a cero.

Pero a primera vista, se pueden notar evidencias de un déficit de BC en diversas regiones del mundo. Ejemplos de déficit pueden ser la mayoría de los países pertenecientes a la Unión Europea, EE.UU., China, India, Japón, Arabia Saudita, Sudáfrica, Egipto, Argelia, Marruecos, Cuba, Chile.

El mapa también destaca a México como una nación que excede su capacidad de regeneración de la vida. Desde la década de los setenta, México al igual que muchas naciones del mundo han transitado los años con un preocupante déficit de capacidad biológica sostenido por un largo periodo de tiempo (Guerrero, 2022).

Gráfica 3.1.- Biocapacidad vs Huella ecológica: panorama actual



Fuente: GFN (2023), *National Footprint and Biocapacity Accounts*.

Nota: Los países pintados con color verde reflejan un superávit de BC, mientras que los iluminados con rojo describen un déficit de BC. Mientras que los países sin color muestran una neutralidad en BC.

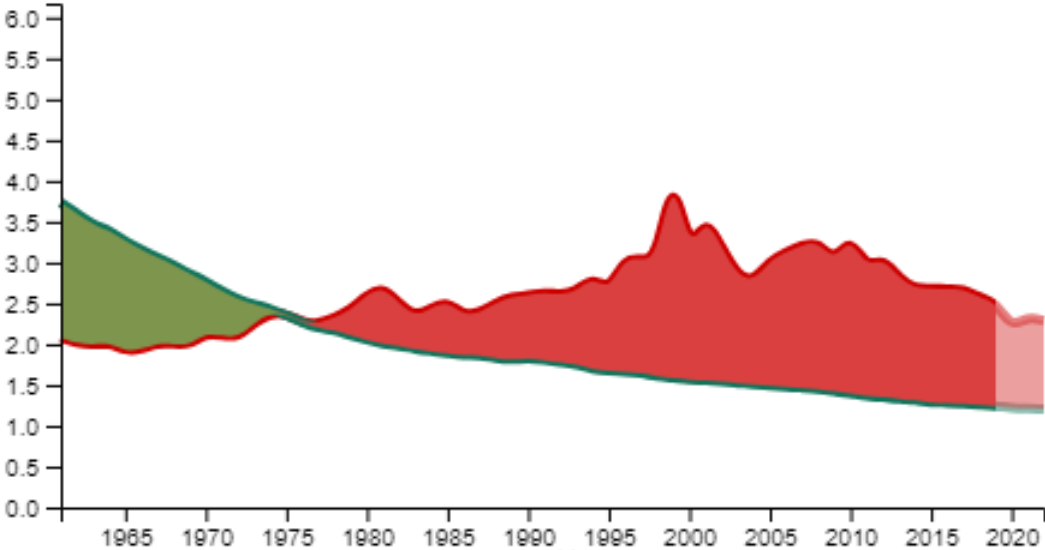
Detalladamente el panorama medio ambiental mexicano se impregna en la gráfica 3.2. Donde se toma el periodo más largo, según la disposición de datos (de 1961 a 2022).

Podemos percibir que desde 1978 México está en una situación de insostenibilidad en cuanto a la capacidad de regeneración de la vida. Ya que, la BC gráficamente se comporta como una función logarítmica decreciente en su dominio, donde la BC se reduce cada vez más, mientras que la HE es más volátil. No fue sino hasta 2011, que la HE comenzó a descender sostenidamente.

Se pasó de una BC per cápita de 3.73 gha en 1961 a 1.20 gha en 2022. Mientras que la HE se incrementó de 1961 de 2.08 gha a 2.29. A partir de 1974 se obtuvo un balance de igualdad entre BC y la HE por 4 años, hasta 1978 que se tornó en un déficit de capacidad.

Sin embargo, para 1980 la BC era de 2.05 gha. La HE de 1980 era de 2.60, aunque variaba, el año con mayor huella ecológica fue en 1999 con 4.17, cuando el déficit en gha llegó a -2.6, a partir de este año la huella ecológica ha fluctuado con tendencia negativa, pero para 2022 se ha logrado disminuir a un 2.29 gha, nivel similar al que se calculó en 1973 (2.26). La HE más baja que se ha registrado fue de 1.92 gha en 1965. Es relevante subrayar que la BC generalmente ha disminuido continuamente año con año, disminuye aceleradamente en la década de los sesenta. Esta descripción se compagina con la propia que elaboran Gómez y Rodríguez (2020).

Gráfica 3.2.- Biocapacidad vs Huella ecológica per cápita 1961 a 2022



Fuente: GFN (2023), *National Footprint and Biocapacity Accounts*.

Nota: La línea verde refleja la BC, la línea roja refleja la HE, el área verde es el superávit de BC, mientras que el área roja es el déficit de BC. El área más clara del final del periodo refleja los años que aún tienen datos preliminares de 2019 a 2022.

En la gráfica 3.3 se muestra el comportamiento de las variables seleccionadas. El primeramente se gráfica del lado izquierdo correspondiente al PIB real de 2018 se percibe con pendiente positiva. Aunque como describen Mejía-Reyes, Díaz y Vergara (2017), y Mejía-Reyes, Ochoa y Sánchez (2022); la economía mexicana ha padecido recesiones en el siglo actual. Sin embargo, se diferencian en magnitud y duración, siendo la última recesión la ocasionada por la pandemia de COVID-19.

Además del comúnmente llamado “efecto tequila” o “error de diciembre” de la década de los noventa que Ffrench-Davis (1997) describe con mayor detalle. El valor más alto es el de 2022 que es de 24220853.89 millones de pesos a precios de 2018, seguido del dato de 2019. Mientras que, en contraste, el valor más bajo es el de 1980 con 10516029.24.

Del lado derecho se especifica la tasa de variación del propio PIB, donde se pueden detallan las recesiones y expansiones que ha tenido la economía mexicana. Los datos sugieren que la tasa de crecimiento anual más alta pertenece a 1981 cuando la economía creció 9.58% tasa anualizada, sin embargo, como la literatura consultada en el capítulo anterior de este trabajo muestra.

La economía de México perdió su acelerado dinamismo, y las tasas más altas más importantes se deben a las recuperaciones de decrecimientos, como un efecto rebote. Históricamente la primera recesión de 1980 a 2022 se presenta en la llamada “década perdida” particularmente en 1983, donde la economía se redujo en un -4.62%; mientras que en 1986 la economía se desacelerará en 3.93%. Para el caso del “efecto tequila” de 1995, recesión que se calcula en -5.91%. Para 1996 se creció un 6.22%, mientras que en 1997 se expandió la economía a un ritmo de 7.20%. Para 1998 se incrementó el PIB en 6.19%.

Al inicio del presente siglo, se experimentó una recesión poco aguada, pero prolongada de 2001 y 2002, referente a las empresas del internet. Mientras que la llamada “gran recesión” que causó estragos mundialmente, originaria de EE.UU., impacto en México en el año 2009 se calcula una caída de -6.29% anual. Para el caso de la recesión por el parón temporal económico para mitigar la pandemia de

COVID-19 que se destaca como la recesión más profunda fue de -8.62% anual, y también la recesión más breve.

Posteriormente se muestra a la FBKF a precios de 2018, donde la dinámica refleja una mayor volatilidad comparada con el PIB. Los niveles más altos se presentaron de 2015 a 2017, siendo el año con mayor FBKF el 2015, aún persiste una distancia considerable entre los datos de 2015 y los de 2022. Las caídas más profundas de la FBKF fueron en los ochenta y en 1994. Desde entonces la FBKF ha tenido una menor fluctuación, aunque no exenta de reducciones, y se muestra en todo el periodo como una variable ligada al ciclo económico.

Por otro lado, su tasa de variación ilustra el desplome del año 1982 con una magnitud de -16.79% anual y el de 1983 estimado en cerca del -28.28%. Sin embargo, sus recuperaciones fueron bastante modestas tanto que se superó la FBKF de 1980 hasta más de una década después (1992). El comportamiento de esta variable llegó a su tasa de decrecimiento más alta en 1995 calculado en -29% anual; pero con su consecuente recuperación fortalecida tasada en 16.39% en 1996. Mientras que 1997 es en el periodo de estudio el año con mayor crecimiento con 21.04%.

La FBKF volvió a desacelerar en 2001 y en 2002 pero a niveles más estables. Para 2009, la FBKF se redujo un 10.35%, aunque sus recuperaciones fueron menos dinámicas (3.88% y 6.43% en 2010 y 2011 respectivamente). Para el caso de 2020 la disminución fue más profunda, tasada en -17.02% anual. La recuperación de la FBKF en 2021 fue de 8.21% y de 4.87% en 2022, lo que da indicios de una fuerte caída en la FBKF en 2021.

Para el caso de los datos de la población ocupada en la economía mexicana, se comporta más estable y con una clara tendencia positiva, es evidente que es una variable impulsada por el crecimiento demográfico nacional. El valor máximo de esta variable se presenta en 2022. El respectivo al ciclo económico, la leve caída de la población ocupada en 1982 se estima en -0.48% anual, mientras que al año siguiente se agudizó el decrecimiento llegando a -2.20%. Una disminución más se padeció en 1986 con -0.92%.

En 1989 se aceleró el crecimiento en 2.85%, y para 1990 se potencializó el crecimiento en 4.80%, en 1991 volvió a crecer en 2.78%. La siguiente recesión se

presentó en 1995 decreciendo el empleo en -3.12%. Pero las recuperaciones posteriores aumentaron en 4.03% en 1996, mientras que el crecimiento más alto del periodo analizado consistió en un 9.98% anual en 1997; en 1998 continuó el aumento en 3.48%.

Una leve desaceleración se manifestó en 2001 decreciendo -0.31%. Los datos que se muestran para el 2004 señalan un crecimiento que se estimó en 4.11%. aunque el decrecimiento en 2005 fue de -1.49%. Para 2006 se creció en 3.68% y para 2007 en 1.94%. Mientras que en el 2008 se generaron 2.82% más empleos que el año anterior. Pero la “gran recesión” de 2009 disminuyó un 0.59% anual. Por fortuna, la expansión consecuente aceleró la población ocupada en un 3.42%.

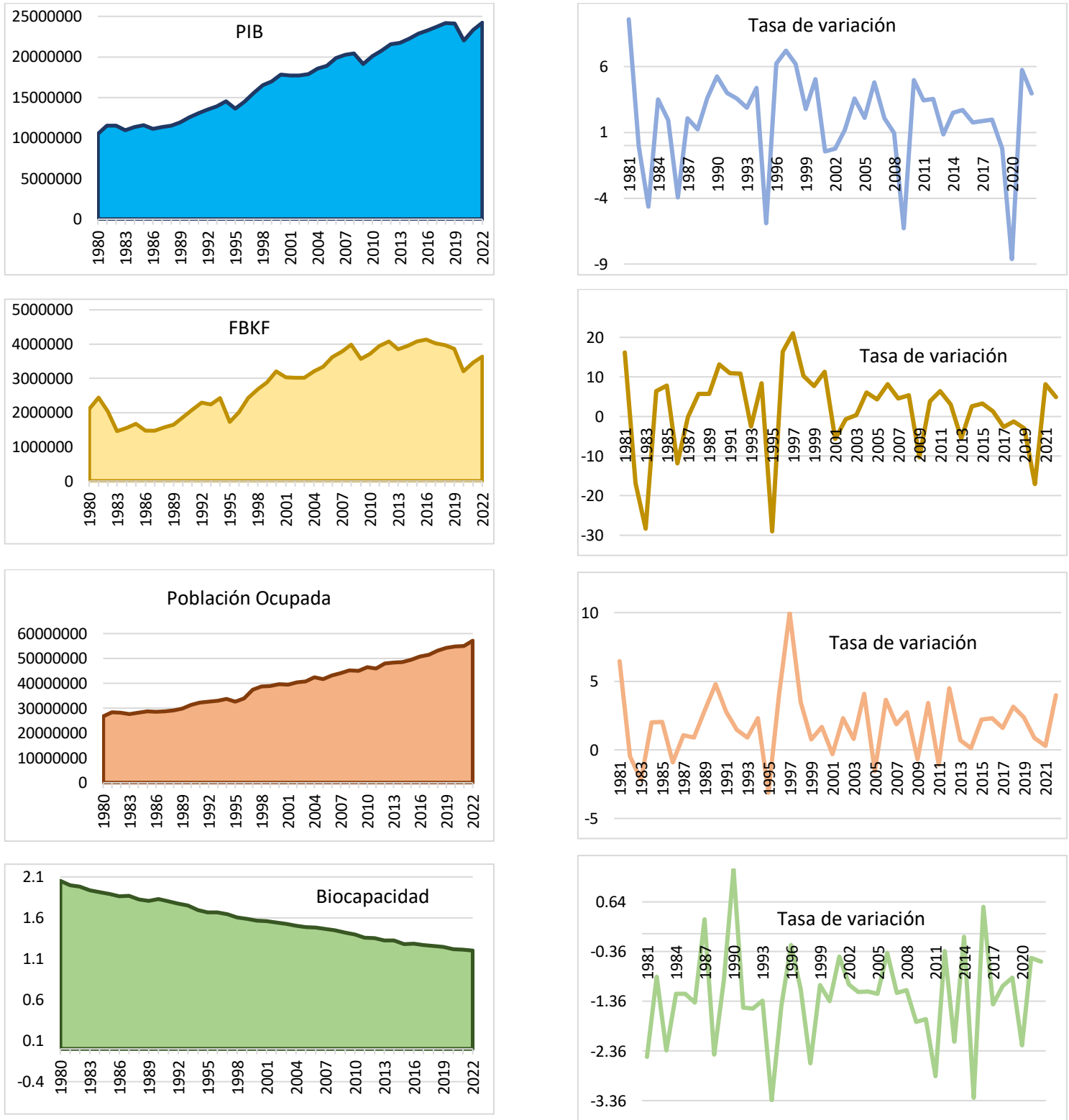
Desde 2012 la población ocupada ha crecido, ese año aumentó en 4.49% la población ocupada. Desde entonces la variable ha crecido constantemente, incluso en panoramas adversos como la recesión del COVID-19. Un crecimiento destacado ocurrió en 2018 cuando se aceleró un 3.13%. Posteriormente, en 2020 la población ocupada sorprendentemente creció 0.30% anual, recordemos que esta variable selecciona el dato del segundo trimestre de cada año, lo que puede mostrar porque no decreció esta variable. Por último, para 2022 el aumento fue destacado medido en 3.96% anual.

Finalmente, se observa al final de la gráfica 3.3 la BC per cápita en el periodo de 1980 a 2022, donde se vuelve a manifestar una notable pendiente decreciente. El valor más alto corresponde al año 1980 donde se registra un 2.05 gha, y el mínimo corresponde a 2022 con 1.20 gha.

En el lado derecho se presentan las tasas de variación de la BC per cápita de México. Para 1981 se descendió 2.48% anual, una de las caídas más significativas del periodo.

En 1984 volvió a caer un 2,35 %. Únicamente se incrementó la BC per cápita en 3 ocasiones en todo el periodo. Cronológicamente la primera ocurrió en 1987 con un tenue 0.29% de crecimiento anual. La caída de año consecutivo fue mucho más profunda, por lo que se registró en -2,44%.

Gráfica 3.3. Comportamiento histórico de los componentes del modelo de Solow ambiental de México, 1980-2022 anual



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (varios años), CAPEM, (varios años) y GFN (2023), *National Footprint and Biocapacity Accounts*.

El sorprendente crecimiento más significativo de la BC, se contextualizó en 1990, a una tasa de 1.30%. Al contrario, el descenso más destacado fue -3.35 % perteneciente a 1994. En 1998, descendió a una tasa de -2.61%. Mientras que en el 2011 se perdió BC per cápita en -2.87% anual siendo esta la tercera caída más importante del periodo. En el 2013 se desaceleró en 2.17%, una caída agudizada en 2015 cuando se decreció en 3.30%. Seguida de la última recuperación de BC per cápita del periodo estudiado, de 0.54%, en el 2016. Después una caída importante surgió en el 2020 medida en cerca del -2.25% anual.

3.4. Las relaciones entre las variables del modelo Solow ambiental

Una vez expuesto el comportamiento histórico de las series podemos seguir con la descripción de las interacciones que se tienen entre las variables seleccionadas para el modelo. Autores como Romer (2006), Nordhaus (1992), Solow (1956) teorizan sobre el crecimiento económico y sus relaciones de los factores productivos.

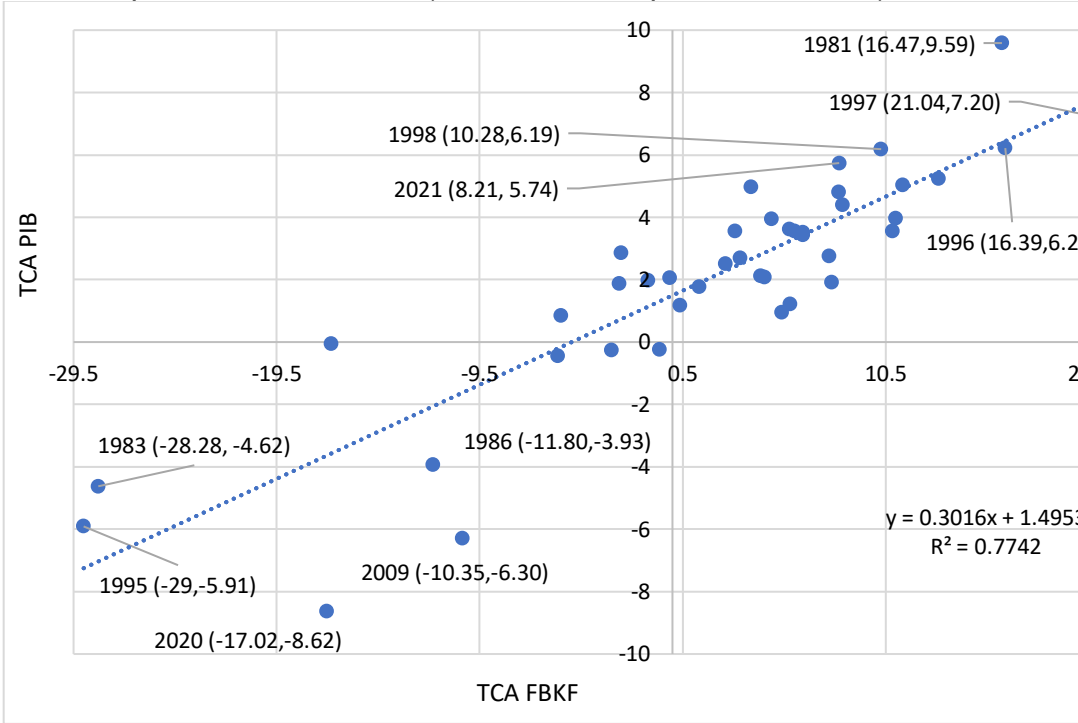
El crecimiento económico, será representado por el PIB real de 2018. Iniciando con la descripción de los factores productivos, el capital representado por la FBKF real de 2018, la relación entre el crecimiento y el factor trabajo, representado por los trabajadores ocupados, y finalmente el nexo que une al PIB real de 2018 y el factor de producción medioambiente son las gha que miden la biocapacidad. Se calcularon las TCA de las 4 variables. En cada una de las gráficas de dispersión se destacan las 5 observaciones con mayor TCA en PIB real de 2018 y las 5 caídas más importantes. Estas 10 observaciones por lo general son las observaciones que se alejan más de la media que se representa con la línea de tendencia. Aunado a esto, se muestran la ecuación de la regresión lineal y el coeficiente de determinación.

Los supuestos teóricos tanto Weil (2006), como Sala-i-Martin, (2000), describen que en la relación entre el crecimiento económico y el capital debe tener un comportamiento creciente. En el caso de México, Ros (2018, 2013) ha concluido sólidamente que la inversión es vital para el crecimiento económico. Un primer acercamiento empírico a este supuesto teórico se comprueba con la elaboración de

gráficas de dispersión. Como se muestra en la gráfica 3.4 la relación entre TCA del PIB real de 2018 y la TCA FBKF real 2018 tiene una tendencia positiva y de forma lineal para el periodo de 1981 a 2022.

Por lo que cumple con los hechos estilizados de la teoría económica del crecimiento. Otro aspecto es dispersión de sus observaciones de la gráfica, los datos se acumulan principalmente en el primer cuadrante del plano cartesiano. En esta gráfica el coeficiente de determinación es el más elevado comparado con las demás gráficas, lo cual coincide con lo que la mayoría de los autores sobre el crecimiento económico mencionan.

Gráfica 3.4. México: TCA del PIB real y de la FBKF. Diagrama de dispersión, 1981-2022. (Datos reales a precios de 2018)

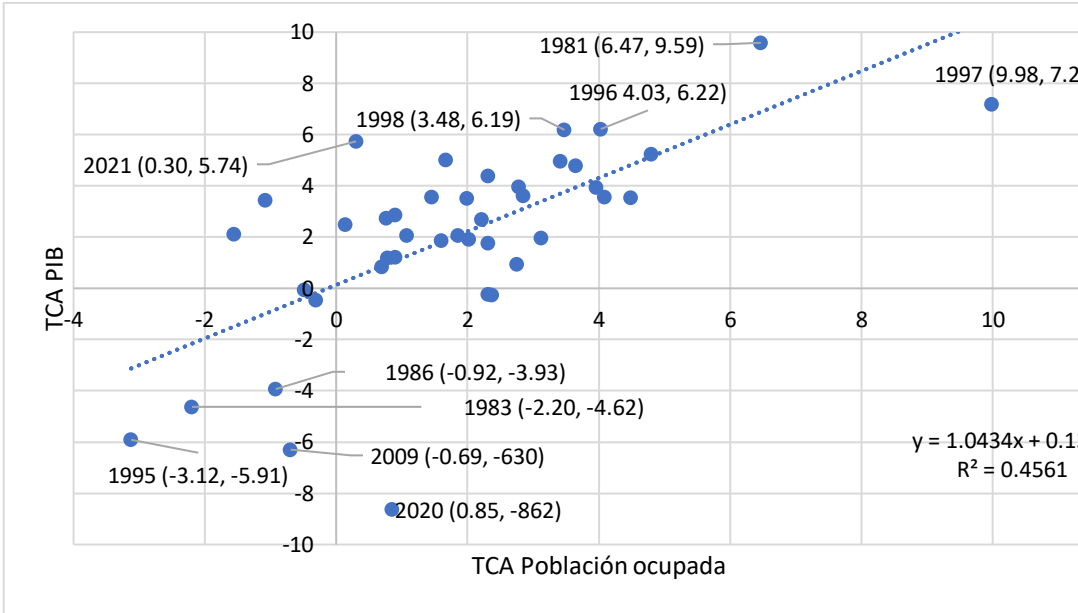


Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (varios años) y CAPEM (varios años).

Es un hecho estilizado mundial que el factor trabajo impulsa al crecimiento económico. El intervalo de tiempo de 1981 a 2022, como se observa en la gráfica 3.5 hace referencia a la interacción entre la variable del crecimiento económico y la TCA de la población ocupada. La interpretación que se puede dar es que la relación es positiva o también llamada relación directa; además de ser una asociación lineal. Como se puede ver en esta gráfica, la dispersión de las observaciones no es muy

distante con la línea de tendencia. La mayoría de los datos se concentran en el primer cuadrante de los datos. Es relevante mencionar que el R^2 de esta regresión sugiere que el factor trabajo en México es importante para explicar el crecimiento económico; precisamente alcanza a explicar un 77.42% del crecimiento. Asimismo, la pendiente de esta ecuación es la más inclinada.

Gráfica 3.5. México: TCA del PIB y de la población ocupada. Diagrama de dispersión, 1981-2022. (Datos reales a precios de 2018)



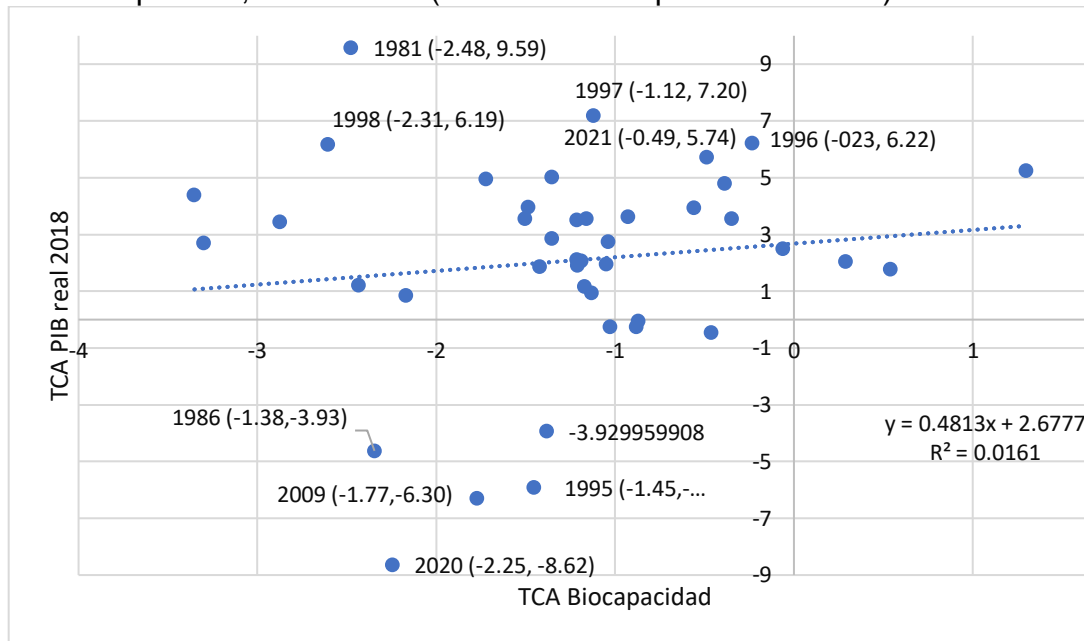
Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI varios años y CAPEM, varios años.

En cuanto a la asociación entre la TCA del PIB real de 2018 y la TCA de la biocapacidad per cápita, en el periodo de 1981 a 2022. La gráfica 10 converge con la descripción que hace Romer (2006). Aunque la tendencia de la gráfica se presenta positiva. Los datos se centran en el segundo cuadrante del plano, debido a que la mayoría de los datos de la BC son negativos. Es importante recordar que la BC solamente se ha incrementado en 3 ocasiones (1987, 1990 y 2016). La pendiente de la ecuación de esta relación es positiva, y mayor que la que presenta la gráfica 3.6. Algo parecido sucedió en el trabajo de Shahbaz *et al.* (2019) en el caso de México, donde la abundancia y dependencia de los recursos se muestra con signo positivo en sus estimaciones; pero con coeficientes muy pequeños de

obtuvo 0.019 y de 0.005, y no son significativos estadísticamente. La BC explica alrededor del 45.61% del PIB real de 2018 en México.

Esta gráfica de dispersión fortalece la hipótesis de esta investigación que evidencia el papel del medioambiente en el crecimiento económico, debido al deterioro del medioambiente, una variable que frena al crecimiento económico. Al igual que en la gráfica 3.5, la gráfica 3.6 mantiene los datos de una forma compacta a la línea de tendencia.

Gráfica 3.6 México: México: TCA del PIB y Biocapacidad Diagrama de dispersión, 1981-2022. (Datos reales a precios de 2018)



Fuente: Elaboración propia con datos de GFN (2023), *National Footprint and Biocapacity Accounts*.

A continuación, se mostrará el cuadro 1 donde se concentra la información estadística descriptiva de las series de datos ocupadas para la elaboración del modelo econométrico.

La media o promedio del LnPIB es de 16.63, mientras que su mediana es de 16.69, mientras que su valor máximo es de 17 que corresponde al año 2022. El valor mínimo es correspondiente a 1980, calculado en 16.17.

La desviación estándar o desviación típica es la estadística que mide la distancia entre un grupo de datos y su media, esta se estima en 0.28 siendo esta variable la segunda con mayor desviación estándar, y asimetría -0.21.

La Curtosis, también llamada apuntamiento indica el grado de concentración de una distribución entorno a su media, la curtosis para le LnPIB se valora en 1.59, mientras que el estadístico de Jarque-Bera (JB) se estima en 3.89. La prueba JB fue diseñada para comprobar si la muestra de datos cumple en asimetría y curtosis con la distribución normal. La probabilidad se calcula en 0.14, mientras que la suma es de 714.88. La suma cuadrada de la desviación estándar se estima en 3.22.

Las medidas de tendencia central correspondientes a la LnFBKF describen su media en 14.82, su mediana calcula en 14.92. En tanto su máximo llega a 15.23 perteneciente al año 2016, en contraste su mínimo data de 1983 calculado en 14.19.

La desviación estándar se calculó en 0.35, es la desviación estándar más alta de las variables que se usan en la estimación de MCO, también concuerda con la descripción de gráfica 3.4. Y refleja que la LnFBKF es la variable más volátil de las utilizadas en el modelo. La asimetría de se calcula en -0.45 , su apuntamiento se calcula en 1.79. El estadístico de JB se estima en 4.10. La probabilidad se calcula en 0.13. La suma que se realiza da un resultado de 637.09, la suma cuadrada de la desviación estándar es de 5.14.

Cuadro 1. Estadísticas descriptivas de las variables

	LnPIB	LnFBKF	LnL	LnBC
Media	16.62528	14.81599	17.4741	0.44417
Mediana	16.69086	14.92092	17.49444	0.44343
Máximo	17.00272	15.23434	17.86097	0.78691
Mínimo	16.16841	14.19304	17.09874	0.18465
Desviación Estándar	0.276692	0.349904	0.233848	0.15969
Asimetría	-0.2101	-0.45193	-0.05676	-0.02999
Curtosis	1.588397	1.787023	1.676301	1.79008
Jarque-Bera (J-B)	3.886469	4.09985	3.162404	2.62925
Probabilidad	0.14324	0.128745	0.205728	0.26857
Suma	714.8871	637.0874	751.3862	19.0995
Suma cuadrada de la Desviación estándar	3.215456	5.142182	2.296757	1.07103

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (varios años), CAPEM, (varios años) y GFN (2023), *National Footprint and Biocapacity Accounts*.

El promedio de la muestra del LnL es de 17.47 mientras que su mediana es de 17.49, mientras que su valor máximo es de 17.86 que pertenece al último año que

se tiene datos (2022). El valor mínimo es el de 1980, calculado en 17.10. La desviación típica se estima en 0.23, mientras que la asimetría en -0.06. La curtosis se valora en 1.68, mientras que el estadístico de JB se estima en 3.16. La probabilidad se calcula en 0.21, mientras que la suma es de 751.39. La suma cuadrada de la desviación estándar se estima en 2.30.

Las estadísticas básicas pertenecientes al LnBC describen su media en 0.44, su mediana calcula en 0.44. En tanto, su máximo llega a 0.72 del año 1980, contrariamente su mínimo data de 2022 estimado en 0.18. La desviación estándar se calculó en 0.16. La asimetría de se calcula en -0.02, su curtosis se calcula en 1.79. El estadístico de JB se estima en 2.63. La probabilidad se calcula en 0.27. La suma que se realiza da un resultado de 19.10, la suma cuadrada de la desviación estándar es de 1.07.

3.5. El modelo de Solow ambiental para México, 1981-2022. Resultados

Al seguir con la teoría y la metodología ya expuesta en los capítulos previos, se plantea la siguiente ecuación para estimar un modelo de Solow ambiental con el método de MCO. El argumento de este trabajo se cimenta en que el lento crecimiento económico mexicano actual se ha analizado en distintas perspectivas. Sin embargo, la pérdida de BC del país es una que no se ha relacionado en la literatura con el lento crecimiento. Para conocer el comportamiento que ha tenido el crecimiento económico, el factor de producción trabajo, el factor capital, y el factor medioambiente y cumplir con los objetivos de esta tesis. Se muestran las estimaciones por medio de MCO con las 42 observaciones que hay de 1981 a 2022 anuales.

$$\ln Y_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 \ln FBKF_t + \hat{\beta}_2 \ln L_t + \hat{\beta}_3 \ln BC_{t-1} + \hat{\beta}_4 R_t + \hat{u}_t \quad (36)$$

Con $t=1981, 1982, \dots, 2022$, $\hat{\beta}_0$ es el coeficiente del intercepto del modelo, $\hat{\beta}_1$ es el coeficiente del $\ln FBKF_t$, y así sucesivamente. El término de error es \hat{u}_t .

En este contexto, los resultados de la estimación que es un modelo log-log en los factores productivos. Por lo contrario, la relación log-lin se utilizó al añadir una variable ficticia o *dummy* que representa las 2 recesiones más reciente. Es decir, la gran recesión de 2009, ocasionada por el mercado inmobiliario de EE.UU.

Además de la recesión causada por el paro de las actividades económicas para afrontar la pandemia de COVID-19 en 2020 en la economía nacional, esta variable toma el valor de 1 en únicamente estos 2 años. Además, se utilizó un rezago de un periodo en la variable LnBC. A continuación, se representa el modelo. El modelo es consistente en la significancia estadística de todas las variables, tiene sentido la magnitud de sus coeficientes o parámetros, y, sobre todo, el signo de cada uno de sus parámetros es el esperado, y cumple con las descripciones de la teoría económica (Véase cuadro 3.1). Se destaca que todas las variables son significativas estadísticamente al 99% de confianza. El R² es altamente explicativo ya que es de 99.56%. De manera puntual se puede destacar lo siguiente:

Cuadro 3.1. Estimaciones MCO del modelo de Solow ambiental para México

1981 a 2022

$LnY_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 LnFBKF_t + \hat{\beta}_2 LnL_t + \hat{\beta}_3 LnBC_{t-1} + \hat{\beta}_4 R_t + \hat{u}_t$	
Constante	5.910841 (0.0184)
$LnFBKF_t$	0.241(0.0000)
LnL_t	0.42512 (0.0080)
$LnBC_{t-1}$	-0.614858 (0.0013)
R_t	-0.048102 (0.0024)
R ²	0.995634*
R ² Ajustado	0.995162*
Fisher	2109.38* (0.0000)
Akaike	-4.996401*
Schwarz	-4.789536*
Hannan-Quinn	-4.920577*
Durbin-Watson	0.663284*
Jarque-Bera	2.23 (0.32)*

Fuente: Estimaciones propias en Eviews 12 con datos del INEGI (varios años), CAPEM (varios años) y GFN (2023), *National Footprint and Biocapacity Accounts*.

En síntesis, las pruebas de especificación para el modelo son las siguientes: JB = 2.24 (0.33), la Breusch-Godfrey para correlación serial LM (1) = 17.59 (0.00), mientras que LM (2) 8.55 (0.00). Las pruebas para heterocedasticidad: Breusch-Pagan-Godfrey es 0.98 (0.43), ARCH (1) 0.60 (0.44), y ARCH (2) 0.37 (0.69), y finalmente la prueba de White 11.84 (0.00).

El criterio de información Akaike (Akaike), el criterio de información Schwarz (Schwarz) y el Criterio de información de Hannan-Quinn (Hannan-Quinn) son adecuados para este modelo.

- a) El factor del capital que se captura en LnFBKF muestra una estimación de 0.24. Con este dato, un incremento en la FBKF en 1% sugiere un crecimiento económico contemporáneo en 0.24% aproximadamente si las demás variables permanecen constantes.
- b) El factor trabajo medido en LnL, se valora en 0.42. lo que indica que un aumento en 1% de la población ocupada aumentaría ceteris paribus el crecimiento económico en cerca de 0.42% en el mismo periodo temporal.
- c) La biocapacidad de México (LnBC) retardada en un año, genera una disminución menor al modelo previo, la estimación es de -0.61. Qué indica si ceteris paribus aumentó en 1% de la Biocapacidad el crecimiento económico disminuirá en 0.61% aproximadamente en el año consecutivo.
- d) Por último, la variable dummy que mide las recesiones de 2009 y 2020 de la economía mexicana realiza una disminución del crecimiento - 0.05 en el intercepto que es el $\hat{\beta}_1$, el cual es 5.91. Por lo que el valor del intercepto sería de alrededor de 5.86.
- e) Los rendimientos a escala de los tres factores productivos obtienen un resultado cercano de 0.051262.
- f) Asimismo, su coeficiente de determinación, o bondad de ajuste (R^2) indica que el modelo explica el crecimiento económico en aproximadamente un 99.56% de su totalidad. El estadístico F, acuñado así a memoria del estadístico y biólogo Ronald Fisher; concuerda con el R^2 en la capacidad explicativa del modelo.

En última instancia se describe la discusión con la literatura. Comenzando con el trabajo de Agbede et al. (2021), menciona que México convergerá a su equilibrio de largo plazo con su término de corrección de error de la biocapacidad 38.78% anual: sin embargo, su estimación no es significativa estadísticamente. A

diferencia de ellos, las estimaciones de la biocapacidad indican una significancia estadística en la explicación del lento crecimiento del PIB.

En comparación con los resultados de Yilanci, Aslan y Ozgur (2021) que usan un método econométrico ARDL. Sus signos en la atribución del crecimiento del capital, trabajo; son positivos al igual que las estimaciones de este trabajo. Además que los signos de las rentas de la mayoría de los recursos naturales son negativos, al igual que en nuestro caso la biocapacidad se muestra negativa.

Las estimaciones de este documento, al igual que los resultados presentados por Nordhaus (1992), muestran que el deterioro del medioambiente es un freno al crecimiento económico.

Conclusiones preliminares

En este capítulo se planteó la atribución al lento crecimiento correspondiente a la pérdida de biocapacidad en México de 1980 a 2022. Además, se optó por la herramienta econométrica MCO, la cual tiene las ventajas de ser flexible, fácil de implementar, minimiza errores, proporciona información estadística de manera eficiente.

Respecto a los datos disponibles se procuró usar el mayor periodo posible para hacer el análisis más nutrido. Sin embargo, la disponibilidad de datos disminuyó el tamaño de la muestra. Es importante que las instituciones que proporcionan datos abiertos, proporcionen mayor información que mida el medioambiente y recursos naturales.

La descripción de las variables muestra que en cada recesión del PIB, el capital y el empleo siguen su ciclo, en general la variable de la población ocupada se mantiene menos volátil a comparación con la FBKF. Además, el repunte de las recesiones siempre se muestra suficiente para retomar el crecimiento económico. En este sentido, la BC no sigue el ciclo, desgraciadamente solo sigue su constante disminución.

Los datos utilizados indican que México cada vez pierde velocidad de crecimiento a medida que llega una recesión. Aunque es necesario hacer más análisis para comprobar esta hipótesis. Han transcurrido 6 recesiones, siendo las

más importantes la de 1995 cuando se decreció 5.91%. Más tarde en 2009 la caída sería de -6.30%, y finalmente en el 2020 se redujo el PIB en -8.62%.

Sin embargo, si nos enfocamos en las variaciones de la FBKF, podemos concretar que en 1995 ocurrió un desplome de -29, una cifra bastante cercana a la de 1983 de -28.28, para 2020 la reducción de la FBKF fue de -17.02. Parece que con el tiempo la FBKF se ha estabilizado, seguramente resultado de los ajustes macroeconómicos que se han hecho, como la autonomía del Banco de México, y las instituciones autónomas y descentralizadas del gobierno federal.

Cuando hablamos de los trabajadores ocupados, el mayor impacto negativo fue en 1995, medido en -3.12. Otro descalabro importante es el de 1983 de -2.2. Aunque no coincide con la fecha de una recesión económica, la reducción de trabajadores de 2005 muestra un declive de -1.56, sorprendentemente mayor a la población ocupada en la recesión de 2009 y en la correspondiente a 2020. Por lo que se muestra que desde el 2005 la población ocupada está un poco más protegida a las recesiones económicas.

México se enfrenta a una situación donde la BC del país ha sido rebasada desde 1978, por lo que México no es una economía sostenible que respete la herencia de recursos y capacidad de la biosfera a las generaciones futuras. Solamente se ha aumentado la biocapacidad en 3 ocasiones de 1981 a 2022, lo que demuestra una dinámica de agotamiento de la capacidad biológica de México. En la actualidad tenemos aproximadamente una tercera parte de la capacidad biológica que se tenía en el año de 1961.

Las relaciones de los factores productivos con el PIB real de 2018 muestran la tendencia y significancia para explicar al crecimiento económico suficientes para dar certeza en que el modelo tiene resultados sólidos.

Las estimaciones indican que efectivamente el crecimiento económico se ve impulsado por la FBKF en 0.24%. Mientras que el factor trabajo acelera la economía en 0.42%. Mientras que la biocapacidad puede disminuir la dinámica económica en -0.61%. por lo que la biocapacidad es una explicación del lento crecimiento en el que se ha envuelto México desde hace tiempo.

Conclusiones Generales

En el desarrollo de esta investigación se propuso como objetivo general de analizar la interacción de los factores productivos, capital y trabajo, y el medioambiente con el crecimiento económico, con el propósito de identificar el papel del medioambiente en la explicación del lento crecimiento de México en el periodo 1980-2022, desde una perspectiva del modelo de Solow descrita por Romer (2006). Respecto al objetivo general, se identificó cómo los factores productivos capital, trabajo son un factor de crecimiento mientras que la pérdida de biocapacidad reduce el crecimiento de 1981 a 2022 de México.

El crecimiento económico a largo plazo es uno de los temas más importantes en la economía debido a su relación con importantes indicadores como el IDH, o variables demográficas como la esperanza de vida. Además de los nexos con otros problemas económicos como la pobreza, el mercado laboral, la inflación, el consumo entre otros.

El medioambiente es la fuente de todos los recursos naturales para los humanos, como para los demás seres vivos, por lo que su cuidado debe ser optimizado, el deterioro medio ambiental debe procurarse disminuir permanentemente. Además de optar por una posición donde también se busque hacer crecer el capital natural, la diversidad natural, y la calidad medioambiental, y no sólo su preservación.

Los factores productivos más utilizados (capital y trabajo), desde la época de los economistas clásicos han explicado el crecimiento de las economías. Sin embargo, el tercer factor de producción (el medioambiente) ha sido un tanto relegado.

El modelo de Solow (1956) permite conceptualizar el crecimiento económico contemporáneo mediante los factores productivos. Además de beneficiarse de ser un modelo parsimonioso que explica eficazmente el crecimiento económico.

En el contexto histórico, la economía mexicana cambió su modelo en 1981 impulsado por desequilibrios internos causados por un paradigma mundial optimista sobre la apertura comercial obligó al mundo a abrir sus mercados, los cuales no estaban preparados para una competencia global. Las fallas del Estado debido a

una deuda insostenible que hasta la fecha sigue ocasionando dilemas, dicho endeudamiento con fines no productivos, corrupción y desconfianza del Estado. y por la falta de inversión en tecnología, innovación y en las capacidades productivas (Sánchez y Moreno-Brid, 2016).

Esta transición de modelo, se acentuó la caída en el desempeño económico de largo y corto plazo, que hasta la fecha no se ha podido revertir aun teniendo un abanico de oportunidades entre lo que entra la integración de la economía mexicana a EE.UU., la economía más grande del mundo. Además de ligarse a la economía canadiense que ocupa un lugar importante a nivel mundial, siendo casi siempre la novena o décima economía mundial. En su conjunto, el bloque económico de América del Norte es uno de los más destacados internacionalmente.

Los recursos naturales mexicanos deben optimizarse, defenderse y recuperarse, es importante prevenir las especulaciones que puedan ocasionar 'enfermedades holandesas'. Para conseguir estos objetivos se debe de diversificar la economía mexicana y sus subnacionales, redactar y ejecutar una legislación que proteja el bienestar social de los mexicanos incluyendo la riqueza del medioambiente.

Las investigaciones de *EKC* muestran la falta de una política pública de cuidado medioambiental conectada con las políticas económicas, en los 3 niveles de gobierno, incluyendo las instancias públicas descentralizadas, privadas y sociales. Esta desvinculación puede ser la causa del ¿Por qué la biocapacidad de México se ha visto constantemente menguada desde 1978?.

Los resultados obtenidos se traducen en que el crecimiento económico de México de 1981 a 2022 es empujado por la FBKF en cerca del 0.24% conforme a las especificaciones económicas. Lo que evidencia la falta de capital en la economía mexicana. Se deben estimular políticas que aumenten la inversión pública en todos los niveles de gobierno, la FBK, la FBKF, la IED, la Inversión privada nacional.

En tanto, el factor trabajo destaca como el factor productivo que más impulsa a la economía en alrededor del 0.42%. Sin embargo, el crecimiento sería mayor si la fuerza laboral fuera altamente productiva, para ello requiere de capital.

Mientras que la biocapacidad puede disminuir la dinámica de crecimiento hasta en -0.61%. por lo que la conclusión principal de esta tesis es que la pérdida

de biocapacidad es un factor que explica el lento crecimiento de México que, incluso, se puede convertir en un freno al crecimiento. Es por ello que se debe impulsar la transición a una economía más verde, erradicar el uso de recursos naturales no renovables, utilizar fuentes de energía sustentables, disminuir la huella ecológica de los mexicanos.

Los resultados de este trabajo dejan ver la importancia de un factor tan importante como el deterioro del medio ambiente; sin embargo, se reconocen las limitaciones empíricas a causa de la disponibilidad de datos. Se optó por reducir el intervalo temporal y descartar algunas variables que pudieran aportar resultados y conclusiones al estudio.

Masera y Sheinbaum-Pardo (2004) describen que la disminución de los GEI debe ser una prioridad del desarrollo nacional mexicano. Debido a que sus efectos son múltiples, muchos de ellos pueden causar daños a la salud y llevar a la muerte. En este sentido, la pérdida de biocapacidad debe ser un tema político, y abierto al público. La situación actual de la biocapacidad mexicana insta a priorizarse en el desarrollo nacional, estatal y municipal.

Algunos panoramas para futuras investigaciones pueden retomar el trabajo de Toprak, (2023), donde se muestra la forma en que la biocapacidad disminuyó un 0.75% por cada 1% de aumento del PIB para 8 países de Europa con datos de 1970 a 2014. Estos resultados se traducen en una falta de sostenibilidad en las economías, pues parece que es necesario deteriorar el medioambiente para crecer.

Por otro lado, la pérdida de biocapacidad mundial, es una discusión académica pendiente que debe ser investigada si es que se aspira a cumplir los objetivos mundiales 2030 de la ONU que México se ha entrelazado.

Referencias

- Abel, A. B., y Bernanke, B. S. (2008). *Macroeconomics*. Pearson.
- Adebayo, T. S. (2020). Revisiting the *EKC* hypothesis in an emerging market: an application of ARDL-based bounds and wavelet coherence approaches. *SN Applied Sciences*, 2(12), 1945. <https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-020-03705-y>
- Adebayo, T. S., Akadiri, S. S., Radmehr, M., y Awosusi, A. A. (2023). Re-visiting the resource curse hypothesis in the MINT economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(4), 9793-9807. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22785-4>
- Agbede, E. A., Bani, Y., Azman-Saini, W. W., y Naseem, N. M. (2021). The impact of energy consumption on environmental quality: empirical evidence from the MINT countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(38), 54117-54136. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14407-2>
- Alguacil, M., Cuadros A., y Orts, V. (2004). ¿Es realmente importante ahorrar para el crecimiento? México (1970-2000). *Revista de Desarrollo Internacional: Revista de la Asociación de Estudios del Desarrollo*, 16(2), 281-290.
- Arango Miranda, R., Hausler, R., Romero Lopez, R., Glaus, M., y Pasillas-Diaz, J. R. (2020). Testing the environmental kuznets curve hypothesis in North America's free trade agreement (NAFTA) countries. *Energies*, 13(12), 3104. <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/12/3104>
- Arévalo Pacheco, G. J. (2017). Curva ambiental de Kuznets en México 1960-2016. Observatorio de la Economía Latinoamericana. <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2017/curva-kuznets-mexico.html>
- Aroche Reyes, F. (2019). Estructura productiva y crecimiento económico en México: una perspectiva multisectorial. *Investigación económica*, 78(309), 3-26. <https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2019.309.70117>
- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C. S., .. y Pimentel, D. (1995). *Economic growth, carrying capacity, and the environment*. *Ecological economics*, 15(2), 91-95. [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(95\)00059-3](https://doi.org/10.1016/0921-8009(95)00059-3)

- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2012). *El futuro que queremos*.
- Auty, R. (1993b). *Sustaining Development in Mineral Economies: The Resource Curse Thesis*. Londres, Reino Unido: Routledge.
- Auty, R. M. (Ed.). (2001). *Resource abundance and economic development*. Oxford university press.
- Auty, R., y Warhurst, A. (1993a). Sustainable development in mineral exporting economies. *Resources Policy*, 19(1), 14-29.
- Badeeb, R. A., Lean, H. H., y Clark, J. (2017). The evolution of the natural resource curse thesis: A critical literature survey. *Resources Policy*, 51, 123–134. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2016.10.015>
- Balsalobre-Lorente, D., Gokmenoglu, K. K., Taspinar, N., y Cantos-Cantos, J. M. (2019). An approach to the pollution haven and pollution halo hypotheses in MINT countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 23010-23026. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05446-x>
- Banguero Lozano, H. E. (2020). *Crecimiento económico sostenible: el desafío del siglo XXI*: (ed.). Sello Editorial Unicatólica. <https://0-elibro-net.biblioteca-ils.tec.mx/es/lc/consorcioitesm/titulos/196457>
- Barrón, K. S.; Gómez-López, C. S. En Barrón, K. S. B., Moreno, L. R. M., y López, C. S. G. (2013). Crecimiento Económico y Recursos Naturales en México.
- Bazdresch Parada, C., y Mayer Foulkes, D. (2006). Hacia un consenso para el crecimiento económico de México. *Economía UNAM*, 3(8), 39-56. <https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2006.008.272>
- Burck, J., Marten, F., Bals, C., y Höhne, N. (2023). The climate change performance index: Results 2024 (p. 32). Berlin: Germanwatch. <https://ccpi.org/downloads/>
- Calderón, C., y Sánchez, I. (2012). Crecimiento económico y política industrial en México. *Problemas del desarrollo*, 43(170), 125-154.
- Callen, T. (2008). ¿Qué es el producto interno bruto? Finanzas y desarrollo: publicación trimestral del Fondo Monetario Internacional y del Banco Mundial, 45(4), 1-2. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2008/12/pdf/basics.pdf>

- Capel, H. (2003). La geografía y los dos coloquios sobre la incidencia del hombre en la faz de la tierra. *Biblio 3w: revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*. <https://www.ub.edu/geocrit/b3w-459.htm>
- CAPEM (varios años). Análisis económico trimestral . Centro de Análisis y Proyecciones Económicas de México, México.
- Carbajal Suárez, Y., Almonte, L. D. J., y Mejía Reyes, P. (2016). La manufactura y la industria automotriz en cuatro regiones de México. Un análisis de su dinámica de crecimiento, 1980-2014. *Economía: teoría y práctica*, (45), 39-66. <https://doi.org/10.24275/ETYPUAM/NE/452016/Carbajal>
- Castañeda Martínez, A. E., y López González, T. (2023). Crecimiento económico, tipo de cambio real y exportaciones manufactureras de México, 1998-2020. *Investigación económica*, 82(323), 53-79. <https://dx.doi.org/10.22201/fe.01851667p.2023.323.83890>
- Ceballos Pérez, S. G., y Flores Xolocotzi, R. (2022). Una prueba de hipótesis de la curva ambiental de Kuznets para residuos sólidos urbanos en México, 1992-2018. *Revista de economía*, 39(99), 54-82. <https://www.revista.economia.uady.mx/index.php/reveco/article/view/275>
- Cherubini, C. (2019). Il Green Solow model e la Environmental Kuznets Curve: le analisi empiriche a supporto e contro. <http://hdl.handle.net/20.500.12608/23685>
- Chichilnisky, G., (1996). An axiomatic approach to sustainable development. *Social Choice and Welfare*. 13 pp. 231-257. <https://doi.org/10.1007/BF00183353>
- Chichilnisky, G., Heal, G., y Beltratti, A. (1995). The green golden rule. *Economics Letters*, 49(2), 175-179. [https://doi.org/10.1016/0165-1765\(95\)00662-Y](https://doi.org/10.1016/0165-1765(95)00662-Y)
- Chowdhury, R. R., y Moran, E. F. (2012). Turning the curve: A critical review of Kuznets approaches. *Applied Geography*, 32(1), 3-11. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622810000780>
- Christoffersen, L. E. (1997). IUCN: A bridge-builder for nature conservation. *Green globe yearbook*, 59-70. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=3ce216755b0e680343637b5568841d8f753cc167>

- Clayton, S. (2020). Climate anxiety: Psychological responses to climate change. *Journal of Anxiety Disorders*, 74, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2020.102263>
- Cole, M. A., y Elliott, R. J. (2005). FDI and the capital intensity of “dirty” sectors: a missing piece of the pollution haven puzzle. *Review of Development Economics*, 9(4), 530-548. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9361.2005.00292.x>
- Cropper, M., y Griffiths, C. (1994). La interacción entre el crecimiento de la población y la calidad ambiental. *The American Economic Review*, 84(2), 250-254. <https://www.jstor.org/stable/2117838>
- Dasgupta, P. S., y Heal, G. M. (1979). *Economic theory and exhaustible resources*. Cambridge University Press. (Sin acceso)
- Dasgupta, P., HEAL, G., 1974. The Optimal Depletion of Exhaustible Resources. *The Review of Economic Studies*, Vol. 41, *Symposium on the Economics of Exhaustible Resources*, pp. 3-28. <https://www0.gsb.columbia.edu/faculty/gheal/EnvironmentalEconomicsPapers/Dasgupta-Heal.pdf>
- Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H., y Wheeler, D. (2002). Confronting the environmental Kuznets curve. *Journal of economic perspectives*, 16(1), 147-168. <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdf/10.1257/0895330027157?fbclid=IwAR18KlrU6aLWFJT9oS7pRj0R3Z61hnK3DAT7bLUxFTaq0OF4RfDkXdCxq7cy>
- De Castro Lejarriaga, L. M. (2009). Crecimiento económico y medioambiente. *ICE, Revista de Economía*, (847). <https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w23924w/Crecimiento%20economico%20y%20medio%20ambiente.pdf>
- De Jesús-Almonte, L. (2019). Lento crecimiento y empleo manufacturero en México, un análisis de endogeneidad territorial. Ediciones y Gráficos EÓN, Universidad Autónoma del Estado de México. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/105073>
- De Jesús-Almonte, L., Andrés-Rosales, R., y Carbajal-Suárez, Y. (2021). Productividad manufacturera y crecimiento económico en las entidades federativas de México: un análisis de efectos espaciales, 1998-2018.

- Regiones y Desarrollo Sustentable, 21(41).
<http://www.coltlax.edu.mx/openj/index.php/ReyDS/issue/view/11>
- De la Peña Leyva, R. (2020). Política Monetaria y sus efectos sobre el crecimiento económico en México, 1996-2012. *Ciencia y Mar*, 24(71), 73-82.
http://cienciaymar.mx/Revista/index.php/cienciaymar/issue/view/73/ENSY71_2
- Destek, M. A., y Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: the role of energy and financial development. *Science of the total environment*, 650, 2483-2489.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.017>
- Destek, M. A., y Sinha, A. (2020). Renewable, non-renewable energy consumption, economic growth, trade openness and ecological footprint: Evidence from organisation for economic Co-operation and development countries. *Journal of cleaner production*, 242, 118537.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118537>
- Díaz-Bautista, A. y Díaz M. (2003). Capital humano y crecimiento económico en México, *Comercio Exterior*, 53(11), pp. 1012-1023.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets curve hypothesis: a survey. *Ecological economics*, 49(4), 431-455. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>
- Dornbusch, R., Werner, A., Calvo, G., y Fischer, S. (1994). Mexico: stabilization, reform, and no growth. *Brookings papers on economic activity*, 1994(1), 253-315. <https://doi.org/10.2307/2534633>
- Dunnington, G. W., Gray, J., y Dohse, F. E. (2004). Carl Friedrich Gauss: titan of science. MAA.
- Eisenmenger, N., Pichler, M., Krenmayr, N. *et al.* (2020). The Sustainable Development Goals prioritize economic growth over sustainable resource use: a critical reflection on the SDGs from a socio-ecological perspective. *Sustain Sci* 15, 1101–1110 <https://doi.org/10.1007/s11625-020-00813-x>
- Ekelund, R. y Hébert R. (2005). *Historia de la teoría económica y de su método*. McGraw-Hill. <https://www.ivancarrino.com/wp-content/uploads/2016/06/2005-ekelund-y-hebert-historia-de-la-teorc3ada-econc3b3mica-y-de-su-mc3a9todo.pdf>

- Epstein, R. J. (2014) . *A History of Econometrics* Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam. <https://shop.elsevier.com/books/a-history-of-econometrics/epstein/978-0-444-70267-8>
- Eskeland, G. S., y Harrison, A. E. (2003). Moving to greener pastures? Multinationals and the pollution haven hypothesis. *Journal of development economics*, 70(1), 1-23. https://www.nber.org/system/files/working_papers/w8888/w8888.pdf
- Estenssoro, F., y Devés, E. (2013). Antecedentes históricos del debate ambiental global: Los primeros aportes latinoamericanos al origen del concepto de Medioambiente y Desarrollo (1970-1980). *Estudios Ibero-Americanos*, 39(2), 237-261. <https://www.redalyc.org/pdf/1346/134630604003.pdf>
- Ffrench-Davis, R. (1997). El efecto tequila, sus orígenes y su alcance contagioso. *Desarrollo Económico*, 37(146), 195–214. <https://doi.org/10.2307/3467195>
- Figueroa, A. (2013). Crecimiento económico y medioambiente. *Revista Cepal*. <https://hdl.handle.net/11362/11569>
- Fjeld, R. A., DeVol, T. A., y Martinez, N. E. (2023). Quantitative environmental risk analysis for human health. John Wiley y Sons. https://books.google.com.mx/books?hl=esylr=yid=7QfUEAAQBAJyoi=fn dy pg=PR27ydq=health+environmentyots=cgLOnw1hihysig=YO08IBIPBXO22X xM8pMZ2dkEiYAyredir_esc=y#v=onepageyq=health%20environmentyf=false
- Fujii Gambero, G. H., (2010). La lógica laboral del modelo de exportaciones intensivas en trabajo no calificado. El caso de México. *Revista de Economía Mundial*, (24),67-102. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86612931004>
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The entropy law and the economic process*. Harvard university press. https://espai-marx.net/elsarbres/wp-content/uploads/2020/02/La_ley_de_la_Entropia_y_el_proceso_economico_red.pdf
- German-Soto, V., y Bustillos, H. A. B. (2014). The nexus between infrastructure investment and economic growth in the Mexican urban areas. *Modern Economy*, 5(13), 1208.

<http://www.scirp.org/journal/PaperInformation.aspx?PaperID=52323y#abstractb>

- Gill, A. R., Viswanathan, K. K., y Hassan, S. (2018). The Environmental Kuznets Curve (EKC) and the environmental problem of the day. *Renewable and sustainable energy reviews*, 81, 1636-1642. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.247>
- Gill, F. L., Viswanathan, K. K., y Karim, M. Z. A. (2018). The critical review of the pollution haven hypothesis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(1), 167-174. <https://www.zbw.eu/econis-archiv/bitstream/11159/1929/1/1023180146.pdf>
- Global Footprint Network. Footprint: México <https://data.footprintnetwork.org/#/compareCountries?type=EFCpcycn=138y&yr=1980>
- Gómez, M., Ciarreta, A., y Zarraga, A. (2018). Linear and nonlinear causality between energy consumption and economic growth: The case of Mexico 1965–2014. *Energies*, 11(4), 784. <https://www.mdpi.com/1996-1073/11/4/784>
- Gómez, M., y Rodríguez, J. C. (2020). The ecological footprint and Kuznets environmental curve in the USMCA countries: a method of moments quantile regression analysis. *Energies*, 13(24), 6650. <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/24/6650>
- Gómez-López, C. S. (2011). Crecimiento económico, consumo de energía y emisiones contaminantes en la economía mexicana. *Revista Fuente Año*, 3(9). <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-09/4.pdf>
- Gómez-López, C. S., Barrón Arreola, K. S., y Moreno Moreno, L. (2011). CRECIMIENTO ECONÓMICO Y MEDIOAMBIENTE EN MÉXICO. *El Trimestre Económico*, 78(311), 547-582. [fecha de Consulta 10 de febrero de 2024]. ISSN: 0041-3011. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31340968003>
- Goodland, R., y Ledec, G. (1987). Neoclassical economics and principles of sustainable development. *Ecological modelling*, 38(1-2), 19-46.

- Govea, Á.; González Acolt, R.; Herrera Díaz de León, L. (2021). La inversión extranjera directa de Canadá y su relación con la hipótesis de los paraísos contaminantes en las industrias de México. En L.J. Alvarado-Peña (Ed), Series de investigación de REOALCEI. High Rate Consulting / REOALCEI. <https://doi.org/10.38202/seriesinvreocalcei.04>
- Grabowski, R., Self, S., y Shields, M. P. (2013). *Economic development: A regional, institutional, and historical approach*. ME Sharpe.
- Grossman, G. y Krueger, A., 1991. Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement. *NBER*, Working Paper N° 3914. <https://www.nber.org/papers/w3914>
- Guerrero de Lizardi, C. (2006). Determinantes del crecimiento económico en México, 1929-2003: una perspectiva poskeynesiana. *Investigación económica*, 65(255), 127-158. <https://www.jstor.org/stable/42779109>
- Guerrero-de-Lizardi, C. (2022). Teorías del crecimiento cara a cara (Englobamiento estadístico: hacia una especificación general). *Revista mexicana de economía y finanzas*, 17(3). <https://doi.org/10.21919/remef.v17i3.694>
- Gutiérrez Cruz, F. S., Moreno Brid, J. C., y Sánchez Gómez, J. (2021). Inversión pública y privada en México: ¿motores complementarios del crecimiento económico? *El trimestre económico*, 88(352), 1043-1071. <https://doi.org/10.20430/ete.v88i352.1357>
- Gutiérrez, F. S., y Moreno-Brid, J. C. (2021). El impacto de la inversión pública sobre la privada en las entidades federativas de México. *Problemas del desarrollo*, 52(206), 61-83. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2021.206.69501>
- Gylfason, T. (2001). Nature, power and growth. *Scottish Journal of Political Economy*, 48(5), 558-588. <https://doi.org/10.1111/1467-9485.00215>
- Hallegatte, S., Heal, G., Fay, M., y Treguer, D. (2011). From growth to green growth-a framework. *Policy Research working paper* ; no. WPS 5872, World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/264561468163484844/From-growth-to-green-growth-a-framework>
- Hausmann, R., Pritchett, L., y Rodrik, D. (2005). Growth accelerations. *Journal of economic growth*, 10, 303-329. <https://doi.org/10.1007/s10887-005-4712-0>

- Helpman, E. (2004). *El misterio del crecimiento económico: (ed.)*. Antoni Bosch editor. <https://0-elibro-net.biblioteca-ils.tec.mx/es/lc/consorcioitesm/titulos/60057>
- Hossain, M. E., Islam, M. S., Bandyopadhyay, A., Awan, A., Hossain, M. R., y Rej, S. (2022). Mexico at the crossroads of natural resource dependence and COP26 pledge: does technological innovation help?. *Resources Policy*, 77, 102710. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301420722001581>
- Huetting, R. (1980). *New scarcity and economic growth: More welfare through less production?*. Amsterdam, New York and Oxford: North-Holland Publishing Company.
- Ibarra, C. A. (2008). La paradoja del crecimiento lento de México. *Revista de la CEPAL*. <https://hdl.handle.net/11362/11254>
- INEGI (2018). Sistema de Cuentas Nacionales de México: fuentes y metodologías: año base 2013. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825097165.pdf
- INEGI. (2024). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Banco de Información Económica. <https://www.inegi.org.mx/app/indicadores/?tm=0>
- Jaffe, A. B., Peterson, S. R., Portney, P. R., y Stavins, R. N. (1995). Environmental regulation and the competitiveness of US manufacturing: what does the evidence tell us?. *Journal of Economic literature*, 33(1), 132-163. <https://www.jstor.org/stable/2728912>
- Jarriola. (2018). El PIB y la Renta Nacional. <http://www.ehu.eus/Jarriola/Docencia/EcoEsp/PIB%20y%20RN.pdf>
- Jáuregui Nolen, E. C., Salazar Cantú, J. de J., Rodríguez Guajardo, R. C., y González García, H. (2010). Free Trade and Pollution in the Manufacturing Industry in Mexico: A Verification of the Inverse Kuznets Curve at a State Level. *Ensayos Revista De Economía*, 29(2), 99–119. <https://doi.org/10.29105/ensayos29.2-4>
- Johnston, J. (1984). *Econometric methods*. McGraw-Hill

- Kochi, I., y López, P. C. M. (2013). Beyond the Environmental Kuznets Curve Understanding the determinants of environmental degradation in Mexico. *NÓESIS. REVISTA DE CIENCIAS SOCIALES*, 22(43-1), 52-83. <https://www.redalyc.org/pdf/859/85927874003.pdf>
- Köse, N., y Ünal, E. (2024). The effects of the oil price and temperature on food inflation in Latin America. *Environment, Development and Sustainability*, 26(2), 3269-3295. <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02817-2>
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Economic Inequality.”. *American Economic*. <https://assets.aeaweb.org/asset-server/files/9438.pdf>
- Labandeira, X., León, C. J., y Vázquez, M. X. (2007). *Economía ambiental*. Pearson Educación.
- Lange, O. (1978). *Introducción a la econometría*: Fondo de Cultura Económica, México.
- Leal, P. H., y Marques, A. C. (2022). The evolution of the environmental Kuznets curve hypothesis assessment: A literature review under a critical analysis perspective. *Heliyon*, 8(11), e11521. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11521>
- Levinson, A., y Taylor, M. S. (2008). Unmasking the pollution haven effect. *International economic review*, 49(1), 223-254. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2354.2008.00478.x>
- López González, T. S., y Basilio Morales, E. (2017). Liberalización comercial, exportaciones de manufacturas y crecimiento económico en México, En T. López y Ortiz L. A.
- López Herrera, F., y Rodríguez Benavides, D. (2010). ¿ El desarrollo del mercado accionario genera crecimiento económico en México?: Un análisis de series de tiempo. *Economía: teoría y práctica*, (32), 33-54. <https://doi.org/10.24275/ETYPUAM/NE/322010/Lopez>
- Loría, E. (2019). Sobre el lento crecimiento económico de México. Una explicación estructural. *Investigación Económica*, 68(270). <https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2009.270.16681>

- Lustig, N. (2001). Life is not easy Mexico's quest for stability and growth. *Journal of Economic Perspectives*, 15(1), 85-106. <https://pubs.aeaweb.org/doi/pdf/10.1257%2Fjep.15.1.85>
- Martins, S. (1995). *Límites del desarrollo sostenible en América Latina en el marco de las políticas de re(ajuste) económico*. México, Ed. de uFPel.
- Masera, O., y Sheinbaum, C. (2004). Mitigación de emisiones de carbono y prioridades de desarrollo nacional. En *Cambio Climático Una Visión desde México*. A. Fernandez, J. Martinez, and P. Osnaya, eds. Mexico INESEMARNAT.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., y Behrens, W. W. (1972). *The limits to growth: A Report for The Club of Rome's project on the predicament of Mankind*. A Potomac associates book.
- Mejía Reyes, P., Díaz Carreño, M. Á., y Vergara González, R. (2017). Recesiones de México en los albores del siglo XXI. *Problemas del desarrollo*, 48(189), 57-84. <https://doi.org/10.1016/j.rpd.2017.04.004>
- Mejía Reyes, P., Ochoa Díaz, S., y Sánchez Peña, G. (2022). Ingresos públicos y ciclos económicos en México: un análisis de cambio estructural. *Contaduría y administración*, 67(4), 178-203. <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2022.2850>
- Mejía-Reyes, P. (2013). Fluctuaciones cíclicas y crecimiento económico en México en el marco global: una visión panorámica, En Mejía-Reyes, P. *Fluctuaciones cíclicas y crecimiento económico en México: (ed.)*. Plaza y Valdés (México). (pp.13-39). <https://0-elibro-net.biblioteca-ils.tec.mx/es/lc/consorcioitesm/titulos/39175>
- Mendoza, A., y Meza, P. (2013). Deuda, inflación y crecimiento económico de las entidades federativas en México 1993-2010: un análisis de vectores autorregresivos con datos panel. *Fluctuaciones cíclicas y crecimiento económico en México*. México, DF: Plaza y Valdés Editores. (pp.189- 212).
- Mendoza-Cota, J. E. (2017). Exports and economic growth in Mexico, 2007-2014: A panel cointegration approach. *Semestre económico*, 20(44), 19-44. <https://doi.org/10.22395/seec.v20n44a2>

- MEZA FREGOSO, J. A., BARRON ARREOLA, K. S., y GOMEZ LOPEZ, C. S. (2011). Crecimiento económico y recursos naturales. El caso de los Estados de la República Mexicana. <http://dspace.uan.mx:8080/handle/123456789/2172>
- Meza Fregoso, J. A., Barrón Arreola, K. S., y Urciaga García, J. (2012). Recursos Naturales y Crecimiento Económico: Analizando el Capital Humano en México (Natural Resources and Economic Growth: Analyzing Human Capital in Mexico). *Revista Internacional Administracion y Finanzas*, 5(1), 93-102. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1952849
- Morales-Torrado, C. (2011). "Variedades de recursos naturales y crecimiento económico". *Desarrollo y Sociedad*, (68), 7-45 <https://biblat.unam.mx/hevila/Desarrolloysociedad/2011/no68/1.pdf>
- Moroianu, N., y Moroianu, D. (2012). Models of the Economic Growth and their. *Relevance. Theoretical and Applied economics*, 6(6), 135. <http://store.ectap.ro/articole/741.pdf>
- Murillo Villanueva, B. (2019). Cambio técnico en la industria manufacturera en México, 2003-2008 y 2008-2012. *Paradigma Económico*, 11(1), 41-73. doi10.36677paradigmaeconomico.v11i1.11876
- Murillo-Villanueva, B. (2022). Valor agregado y cadenas globales de las exportaciones entre México, Estados Unidos y Canadá. *Problemas del desarrollo*, 53(210), 39-63. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2022.210.69822>
- Nahrin, R., Rahman, M. H., Majumder, S. C., y Esquivias, M. A. (2023). Economic growth and pollution nexus in Mexico, Colombia, and Venezuela (G-3 countries): the role of renewable energy in carbon dioxide emissions. *Energies*, 16(3), 1076. <https://doi.org/10.3390/en16031076>
- Navarrete, M., Brull, M., Torre, A., Gómez, D., y Torres, D. G. (2009). Verificación de la curva ambiental de Kuznets: el caso de México. *Revista Estudiantil de Economía*, 1(1), 37-54. <https://ree.economiatic.com/A1N1/206279.pdf>
- Nord Nordhaus, W. D. (1992). An optimal transition path for controlling greenhouse gases. *Science*, 258(5086), 1315-1319. <https://doi.org/10.1126/science.258.5086.1315>haus, W. D., Stavins, R. N., y

- Weitzman, M. L. (1992). Lethal model 2: The limits to growth revisited. *Brookings papers on economic activity*, 1992(2), 1-59.
- Nordhaus, W. D. (1974). Resources as a Constraint on Growth. *The American Economic Review*, 64(2), 22–26. <http://www.jstor.org/stable/1816011>
- Nordhaus, W. D. (1977). Economic Growth and Climate: The Carbon Dioxide Problem. *The American Economic Review*, 67(1), 341–346. <http://www.jstor.org/stable/1815926>
- Nordhaus, W. D. (1992). An optimal transition path for controlling greenhouse gases. *Science*, 258(5086), 1315-1319. <https://doi.org/10.1126/science.258.5086.1315>
- Noriega, A., y Fontenla, M. (2007). La infraestructura y el crecimiento económico en México. *El trimestre económico*, 74(296), 885-900. <https://www.jstor.org/stable/20857140>
- Núñez Rodríguez, G. (2006). Inversión pública y crecimiento económico en México Un enfoque de contabilidad del crecimiento. *Perfiles latinoamericanos*, 13(27), 11-32. <https://doi.org/10.18504/pl1327-011-2006>
- ONU. (2019). Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/#>
- Osorio-Caballero, M. I., Koike , S. A., y Muller Durán, N. (2023). En busca del crecimiento en México, ¿y si hablamos de convergencia social?. *Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana De Economía*, 54(212), 129-154. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2023.212.69912>
- Özokcu, S., y Özdemir, Ö. (2017). Economic growth, energy, and environmental Kuznets curve. *Renewable and sustainable energy reviews*, 72, 639-647. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.059>
- Panayotou, T., 1993. Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development. Working Paper, Technology and Environment Programme, International Labour Office, Geneva
- Paull, John (2013) "The Rachel Carson Letters and the Making of Silent Spring", *Sage Open*, 3(July):1-12. Consultado el 27 de mayo de 2014. <https://orgprints.org/id/eprint/22934/7/22934.pdf>

- Pérez-Cirera, V., Schmelkes, E., López-Corona, O., Carrera, F., García-Teruel, A. P., y Teruel, G. (2018). Ingreso y calidad del aire en ciudades: ¿Existe una curva de Kuznets para las emisiones del transporte en la Zona Metropolitana del Valle de México? *El trimestre económico*, 85(340), 745-764. <https://www.eltrimestreeconomico.com.mx/index.php/te/article/view/717/102>
- 7
- Perren Joaquín y Nicolás Padín(2019) “Los años dorados del capitalismo. Génesis, desarrollo y crisis de la economía mixta (1950-1973)”; *Historia Regional. Sección Historia*. ISP N° 3, Villa Constitución, Año XXXII, N° 40, enero-junio 2019, pp. 1-13, ISSNe 2469-0732. <http://historiaregional.org/ojs/index.php/historiaregional/index>
- Perrotini, I. (2004). *Restricciones estructurales del crecimiento en México, 1980-2003*. Economía UNAM, 1(1), 86-100. <http://revistaeconomia.unam.mx/index.php>
- Phelps, E. (1961). The Golden Rule of Accumulation: A Fable for Growthmen. *The American Economic Review*, 51(4), 638–643. <http://www.jstor.org/stable/1812790>
- Pierri, N. (2005). Historia del concepto de desarrollo sustentable. Sustentabilidad, En G. Foladori y Pierri N. ¿sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable (pp.27-81).
- PNUD (1994) Informe sobre desarrollo humano 1994: Nuevas dimensiones de la seguridad humana, Fondo de Cultura Económica, México. <https://hdr.undp.org/system/files/documents/hdr1994escompletonostatspdf.pdf>
- Puyana, Alicia y Romero, José (2009). México: De la Crisis de la deuda al estancamiento económico, El Colegio de México. México D.F
- Raihan, A., Rashid, M., Voumik, L. C., Akter, S., y Esquivias, M. A. (2023). The dynamic impacts of economic growth, financial globalization, fossil fuel, renewable energy, and urbanization on load capacity factor in Mexico. *Sustainability*, 15(18), 13462. <https://doi.org/10.3390/su151813462>

- Reynoso-González, J. J. L., y León Arias, A. D. (2021). Crecimiento económico y gasto público en salud según población objetivo en México. *Ensayos. Revista de economía*, 40(1), 89-114. <https://doi.org/10.29105/ensayos40.1-4>
- Rodríguez-Arias, N., y Gómez-López, C. S. (2014). La maldición de los recursos naturales y el bienestar social: The curse of natural resources and social well-being. *Ensayos Revista De Economía*, 33(1), 63–90. <https://doi.org/10.29105/ensayos33.1-3>
- Romer, D. (2006) *Advanced Macroeconomics*. McGraw-Hill.
- Romero, J. (2012). Inversión extranjera directa y crecimiento económico en México: 1940-2011. *Investigación económica*, 71(282), 109-147. <https://doi.org/10.22201/fe.01851667p.2012.282.37366>
- Romo, H. (1990). *El sexenio de crecimiento cero: contra los defensores de las finanzas sanas*. Ciudad de México: Ediciones Era (Sin acceso)
- Ros J. (1997). Employment, structural adjustment and sustainable growth in Mexico (Vol. 6). Employment and Training Department, International Labour Office. <https://doi.org/10.1080/00220380008422639>
- Ros J. (2004a). El crecimiento económico en México y Centroamérica: desempeño reciente y perspectivas. Cepal. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4938/S044319_es.pdf
- Ros J. (2004a). *La teoría del desarrollo económico y de la economía del crecimiento*. 1ª Ed. Fondo de Cultura Económica. México.
- Ros J. (2008). La desaceleración del crecimiento económico en México desde 1982. *El Trimestre Económico*, 75(299(3)), 537–560. <http://www.jstor.org/stable/20857171>
- Ros J. (2013). Algunas tesis equivocadas sobre el estancamiento económico de México. El Colegio de México AC. <https://labiblioteca.mx/llyfrgell/1443.pdf>
- Ros J. (2014). Introducción a "Repensar el desarrollo económico, el crecimiento y las instituciones". *Economía unam*, 10(30), 03-19. [https://doi.org/10.1016/S1665-952X\(13\)72200-X](https://doi.org/10.1016/S1665-952X(13)72200-X)
- Ros, J. (2018). La economía mexicana balance del 2017, principales tendencias, desafíos, y problemas de política económica. *Revista de Economía*

- Mexicana. Anuario UNAM, (3), 3-53.
<http://www.economia.unam.mx/assets/pdfs/econmex/03/01Ros.pdf>
- Ros, J. (2009). Reformas microeconómicas, política macroeconómica y crecimiento. El caso de México. *EconoQuantum*, 6(1), 137-142.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-66222009000200012&lng=es&tying=es.
- Rosado-Anastacio, J. A. (2017). Economic growth, CO₂ emissions and electric consumption: is there an environmental Kuznets curve? An empirical study for North America Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(2), 65–71.
<https://dergipark.org.tr/en/pub/ijeeep/issue/31921/351180>
- Ruiz-Nápoles, P. (2004). Exports, growth, and employment in Mexico, 1978-2000. *Journal of Post Keynesian Economics*, 27(1), 105-124.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01603477.2004.11051429>
- Ruiz-Nápoles, P. (2007). Protectionism, free trade and preferential trade The mexican experience 1970-2005. *Banca Nazionale Del Lavoro Quarterly Review*, 60(240), 49-56+.
- Sachs, J. D., y Warner, A. (1995). Natural resource abundance and economic growth. <https://www.nber.org/papers/w5398>
- Sachs, J. D., y Warner, A. M. (2001). The curse of natural resources. *European Economic Review*, 45(4-6), 827–838. [https://doi.org/10.1016/S0014-2921\(01\)00125-8](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(01)00125-8)
- Sachs, J. D. (2015). *La era del desarrollo sostenible: Nuestro futuro está en juego: incorporemos el desarrollo sostenible a la agenda política mundial*. España: Deusto.
- Sala-i-Martin, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico*. Antoni Bosch Editor.
- Salazar, C. A. (2020). Gasto público y crecimiento económico: Controversias teóricas y evidencia para México. *Economía UNAM*, 17(50), 53-71.
<https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2020.50.519>
- Salazar-Núñez, H. F., Venegas-Martínez, F., y Lozano-Díez, J. A. (2022). Assessing the interdependence among renewable and non-renewable energies, economic growth, and CO₂ emissions in Mexico. *Environment, Development*

- and Sustainability, 24(11), 12850-12866. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01968-y>
- Sánchez Juárez, I. L., y Moreno Brid, J. C. (2016). El reto del crecimiento económico en México: industrias manufactureras y política industrial. *Revista finanzas y política económica*, 8(2), 271-299. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2016.8.2.4>
- Sánchez, C., y Ríos, H. (2011). La economía del conocimiento como base del crecimiento económico en México. *Enlace: Revista Venezolana de Información, Tecnología y Conocimiento*, 8(2), 43-60. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=82319126004>
- Sánchez, I. L. y García, R. M. (2015). Geografía del crecimiento económico y del (sub) desarrollo científico, tecnológico y de innovación regional en México. En A. Ranfla, M. Rivera y R. Caballero (Eds.), *Desarrollo económico y cambio tecnológico. Teoría, marco global e implicaciones para México* (pp. 267-304). Ciudad de México: Juan Pablos Editor
- Sánchez, J., Domínguez, R., León, M., Samaniego, J., y Sunkel, O. (2019). Recursos naturales, medioambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL. Cepal. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/e43ad745-6b7d-48e4-a016-b753fdd3b659/content>
- Sarkodie, S. A., y Strezov, V. (2019). A review on environmental Kuznets curve hypothesis using bibliometric and meta-analysis. *Science of the total environment*, 649, 128-145. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.276>
- Sarukhán, J., *et al.* (2017). Capital natural de México. Síntesis: evaluación del conocimiento y tendencias de cambio, perspectivas de sustentabilidad, capacidades humanas e institucionales. CONABIO, México. <https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/capitalNatMex>
- Selcuk, M., Gormus, S., y Guven, M. (2021). Do agriculture activities matter for environmental Kuznets curve in the Next Eleven countries?. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(39), 55623-55633. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-14825-2>

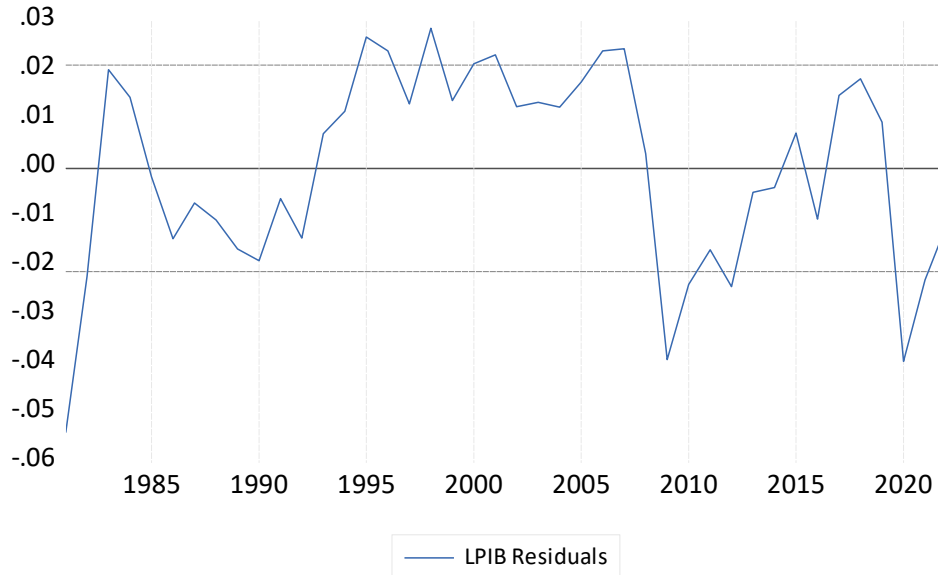
- Shafik, N. (1994). Economic development and environmental quality: an econometric analysis. *Oxford economic papers*, 46(Supplement_1), 757-773. https://doi.org/10.1093/oep/46.Supplement_1.757
- Shafik, N., y Bandyopadhyay, S. (1992). Economic growth and environmental quality time-series and cross-country evidence (Vol. 904). World Bank Publications. https://www.researchgate.net/publication/23723867_Economic_Growth_and_Environmental_Quality_Time_Series_and_Cross-Country_Evidence
- Shahbaz, M., Destek, M. A., Okumus, I., y Sinha, A. (2019). An empirical note on comparison between resource abundance and resource dependence in resource abundant countries. *Resources Policy*, 60, 47-55. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.12.002>
- Silveira, C., Ferreira, J., y Miranda, A. I. (2024). Health impact pathways related to air quality changes: testing two health risk methodologies over a local traffic case study. *Air Quality, Atmosphere y Health*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11869-024-01504-7>
- Solow R (1992) An almost practical step toward sustainability. Lecture on the Occasion of the Fortieth Anniversary of Resources for the Future. Resources for the Future, Washington D.C. <http://pinguet.free.fr/solow1992.pdf>
- Solow, R. M. (1956) "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, LXX, 65-94.
- Solow, R. M. (1974). Intergenerational equity and exhaustible resources. *Review of Economic Studies*, 42, pp. 29-45. <https://typeset.io/papers/intergenerational-equity-and-exhaustible-resources-jaio9nqd54>
- Solow, R. M. (1986). On the intergenerational allocation of resources. *Scandinavian Journal of Economics*, 88(1), 141-149. <https://doi.org/10.2307/3440280>
- Solow, R. M. (2018). *La teoría del crecimiento: una exposición*. Fondo de Cultura Económica.
- Sosa Barajas, S. W. (1990). *Crecimiento económico y sustitución de importaciones en México*. UNAM.
- Statista, Energy & Environment. (2021). Energy sector in Latin America. Retrieved from January 23, 2021, <https://www.statista.com/topics/6694/environment-in-latin-america/>

- Stiglitz, J., (1974). "Growth with Exhaustible Natural Resources: Efficient and Optimal Growth Paths" *The Review of Economic Studies*, Vol. 41, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources (1974), pp. 123- 137.
- Swan, T. W. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic record*, 32(2), 334-361. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.1956.tb00434.x>
- Taylor, M. (2005). Unbundling the Pollution Haven Hypothesis. *Advances in Economic Analysis y Policy*, 4(2). <https://doi.org/10.2202/1538-0637.1408>
- Tinoco-Zermeño, M. A., Torres Preciado, V. H., y Venegas-Martínez, F. (2008). Deregulation, Financial Development and Economic Growth in Mexico: Long-Term Effects and Causality. *Financial Development and Economic Growth in Mexico: Long-Term Effects and Causality* (July 1, 2008). https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1010525#paper-citations-widget
- Tinoco-Zermeño, M. A., Venegas-Martínez, F., y Torres-Preciado, V. H. (2014). Growth, bank credit, and inflation in Mexico: evidence from an ARDL-bounds testing approach. *Latin American Economic Review*, 23(1), 1-22. <https://doi.org/10.1007/s40503-014-0008-0>
- Tommasino, H., Foladori, G.y Taks, J. (2005). La crisis ambiental contemporánea. En G. Foladori y Pierri N. ¿sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable (pp.9-26).
- Toprak, A. O. (2023). Relationship Between Biocapacity Efficiency and Economic Growth: Sur Model Analysis For Europe. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 21(Cumhuriyetin 100. Yılı Özel Sayısı), 789-806. <https://dergipark.org.tr/en/pub/comuybd/issue/80461/1345098>
- Torres, V. H. (2013). Crecimiento económico regional e infraestructura de transporte en México: una perspectiva espacial. En Mejía-Reyes, P. *Fluctuaciones cíclicas y crecimiento económico en México: (ed.)*. Plaza y Valdés (México). (pp.13- 39). <https://0-elibro-net.biblioteca-ils.tec.mx/es/lc/consorcioitesm/titulos/39175>
- Torres-Brito, D. I., Cruz-Aké, S., y Venegas-Martínez, F. (2023). Impacto de los contaminantes por gases de efecto invernadero en el crecimiento económico

- en 86 países (1990-2019): Sobre la curva inversa de Kuznets. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/119031/1/MPRA_paper_119031.pdf
- Valdez, R. I. (2019). Spatial diffusion of economic growth and externalities in Mexico. *Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research*, (45), 139-160. <https://www.redalyc.org/journal/289/28962049019/28962049019.pdf>
- Wackernagel, M., Beyers, B. y Rout, K. (2019), *Ecological Footprint: Managing Our Biocapacity Budget*, Kindle edition.
- Waithe, Kimberly and Lorde, Troy and Francis, Brian (2010): *Export-led Growth: A Case Study of Mexico*. Published in: *International Journal of Business, Humanities and Technology* , Vol. 1, No. 1 (2011): pp. 33-44. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/95557>
- Waldkirch, A., y Gopinath, M. (2008). Pollution Control and Foreign Direct Investment in Mexico: An Industry-Level Analysis. *Environ Resource Econ*, 289 – 313. <https://doi.org/10.1007/s10640-008-9192-1>
- WCED - World Commission on Environment and Development (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford.
- Weil, D. N. (2006). *Crecimiento económico*. Pearson Educación.
- Xepapadeas, A. (2005). Economic growth and the environment. *Handbook of environmental economics*, 3, 1219-1271. [https://doi.org/10.1016/S1574-0099\(05\)03023-8](https://doi.org/10.1016/S1574-0099(05)03023-8)
- Yilanci, V., Aslan, M., y Ozgur, O. (2021). Disaggregated analysis of the curse of natural resources in most natural resource-abundant countries. *Resources Policy*, 71, 102017. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102017>
- Zilio, M. I. (2011). La curva de Kuznets ambiental: Evidencia para América Latina y el Caribe. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/2156>

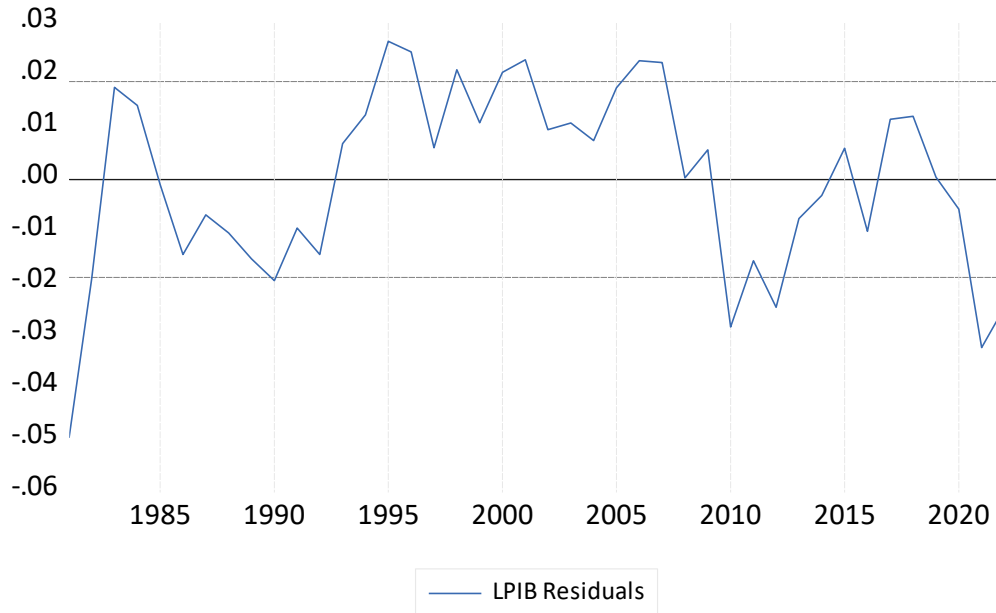
Anexo

Gráfica A1. Residuos del modelo



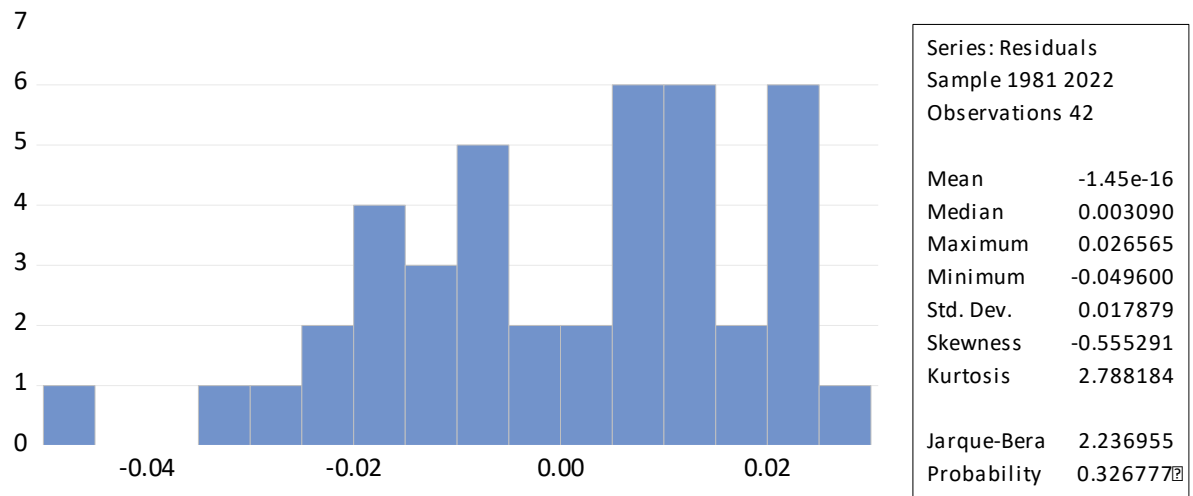
Fuente: Estimaciones propias en Eviews 12 con datos del INEGI (varios años), CAPEM (varios años), y GFN (2023), *National Footprint and Biocapacity Accounts*.

Gráfica A2. Residuos del modelo



Fuente: Estimaciones propias en Eviews 12 con datos del INEGI (varios años), CAPEM (varios años), y GFN (2023), *National Footprint and Biocapacity Accounts*.

Gráfica A3.- Distribución normal del modelo



Fuente: Estimaciones propias en Eviews 12 con datos del INEGI (varios años), CAPEM (varios años), y GFN (2023), *National Footprint and Biocapacity Accounts*.

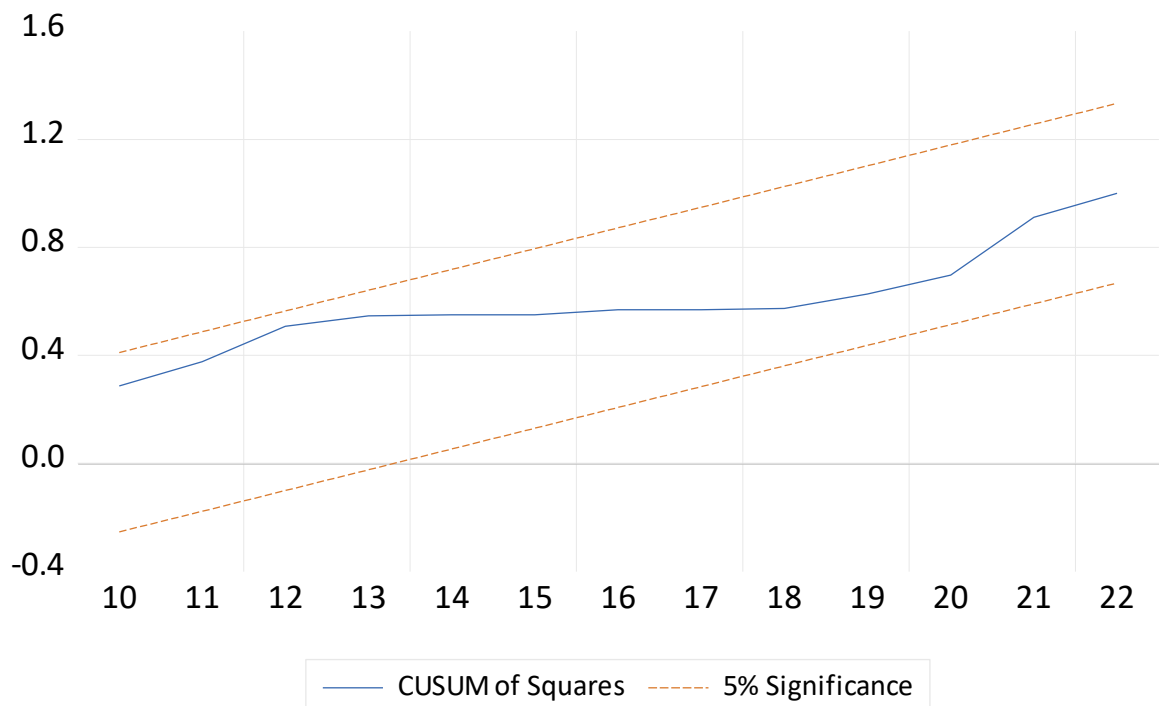
Cuadro A1.- Prueba LM de correlación serial de Breusch-Godfrey			
Hipótesis nula: sin correlación serial			
F estadístico	17.59226	Probabilidad F(1,37)	0.0002
Observaciones R ²	13.78697	Probabilidad Chi ² (1)	0.0002
Con 2 rezagos			
F estadístico	8.554155	Probabilidad F(2,36)	0.0009
Observaciones R ²	13.78953	Probabilidad Chi ² (2)	0.0010

Fuente: Estimaciones propias en Eviews 12 con datos del INEGI (varios años), CAPEM (varios años), y GFN (2023), *National Footprint and Biocapacity Accounts*.

Cuadro A2.- Pruebas de Heterocedasticidad			
Breusch-Pagan-Godfrey. Hipótesis nula: existe homocedasticidad			
F estadístico	0.978932	Probabilidad F(4,37)	0.4308
Observaciones R ²	4.019495	Probabilidad Chi ² (3)	0.4034
Escalado explicado	2.789064	Probabilidad Chi ² (3)	0.5937
Prueba ARCH 1 rezago			
F estadístico	0.603551	Probabilidad F(1,39)	0.4419
Observaciones R ²	0.624833	Probabilidad Chi ² (1)	0.4293
Prueba ARCH 2 rezagos			
F estadístico	0.369085	Probabilidad F(2,37)	0.6939
Observaciones R ²	0.782411	Probabilidad Chi ² (2)	0.6762
Prueba White, hipótesis nula: existe heterocedasticidad			
F estadístico	11.83717	Probabilidad F(8,32)	0.0000
Observaciones R ²	32.29845	Probabilidad Chi ² (9)	0.0002
Escalado explicado	22.41138	Probabilidad Chi ² (9)	0.0077

Fuente: Estimaciones propias en Eviews 12 con datos del INEGI (varios años), CAPEM (varios años), y GFN (2023), *National Footprint and Biocapacity Accounts*.

Gráfica A4.- Diagnóstico de estabilidad CUSUM cuadrado



Fuente: Estimaciones propias en Eviews 12 con datos del INEGI (varios años), CAPEM (varios años) y GFN (2023), *National Footprint and Biocapacity Accounts*.