UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS
DOCTORADO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

Impacto del crecimiento económico en el medio ambiente: Caso México

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

Doctora en Ciencias en Economía Agrícola

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
1854
COORDINACIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSGRADO
APROBADA

PRESENTA:

Laura Danae Villalobos Torres

Bajo la supervisión de: **Juan Hernández Ortiz, Doctor en Ciencias.**

Chapingo, Estado de México a noviembre de 2026

Impacto del crecimiento económico en el medio ambiente: Caso México

Tesis realizada por **Laura Danae Villalobos Torres** bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTORA EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA

DIRECTOR: _____
Dr. Juan Hernández Ortíz

ASESOR: _____
Dra. Dixia Daría Vega Valdivia

ASESOR: _____
Dr. Miguel Ángel Martínez Damián

LECTOR EXTERNO: _____
Dr. Fermín Sandoval Romero

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN GENERAL 1

1.1. Antecedentes 1

1.2. Planteamiento del problema 2

1.3. Justificación 4

1.4. Objetivos 5

1.5. Hipótesis 5

2. REVISIÓN DE LITERATURA 7

2.1 Contexto histórico y situación actual 7

2.2. Contexto ambiental y económico de México 13

2.3 Desafíos y Avances en el Cumplimiento de Compromisos Ambientales de México 16

2.4 Crecimiento Económico y su relación con el Medio Ambiente 18

2.5 Literatura citada 25

3. CRECIMIENTO ECONÓMICO Y MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO: EXPLORANDO LA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL 33

3.1. Resumen 33

3.2. Abstract 34

3.3. Introducción 35

3.4. Materiales y métodos 36

3.4.1. Especificación de las variables. 36

3.4.2. Modelo econométrico 37

3.5. Resultados 41

3.6. Discusión 41

3.7. Conclusiones 49

3.8. Cuadros y figuras 49

3.9. Referencias 53

4. MÁS ALLÁ DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO: LA ECONOMÍA DE LA DONA EN MÉXICO 57

4.1. Resumen 57
4.2. Abstract 58
4.3. Introducción 59
4.4. Metodología 61
4.4.1. Base social 62
4.5. Resultados y Discusión 69
4.6. Conclusión 76
4.7. Agradecimientos 77
4.8. Anexos 78
4.8.1. Cuadros 78
4.9. Referencias 80
5. CONCLUSIONES GENERALES 86
6. LITERATURA CITADA 88

LISTA DE CUADROS

Cuadro 3.1 Prueba Dickey Fuller Aumentada (ADF) 51
Cuadro 3.2 Test de cointegración 52
Cuadro 4.1. Dimensiones sociales.....64
Cuadro 4.2. Techo ecológico 65
Cuadro 4.3 Umbrales establecidos por indicador 66
Cuadro 4.A1 Distancias al piso social mediante la distancia euclidiana para Nuevo León, Puebla y Chiapas.....78
Cuadro 4.A2 Comparativa de indicadores ecológicos y ratios de bienestar para los estados de Nuevo León, Puebla y Chiapas 78
Cuadro 4.A3 Distancias euclidianas normalizadas 79

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Curva de Kuznets Ambiental 20
Figura 2.2. Economía de la Dona 23
Figura 3.1 Comportamientos posibles entre presión ambiental y PIB per cápita. 51
Figura 4.1 Producto interno bruto 2020 (millones de pesos) 62
Figura 4.2 Modelo de la dona: límites sociales y ecológicos. 63

ABREVIATURAS

CKA	Curva de Kuznets Ambiental
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
COP	Conferencia de las Partes
GEI	Gases de efecto invernadero
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PIB	Producto Interno Bruto
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

DEDICATORIAS

A mi madre porque detrás de cada uno de mis logros hay una parte de ella. Gracias por ser mi refugio, mi inspiración y uno de mis motivos más grandes para continuar, por creer en mí y por darme tanto amor a lo largo de mi vida. Porque en cada paso que he dado llevo conmigo una parte de todo lo que me has enseñado y de la mujer que he aprendido a ser.

A mi abuelita por ser uno de mis refugios más lindos en la vida, por darme tanto incluso en los momentos que no encuentro la fuerza y por recordarme que la grandeza siempre está hasta en el acto más pequeño.

Al amor de mi vida, mi compañero y la persona que me ha enseñado a disfrutar todos los días de mi existencia. Gracias por impulsarme, por enseñarme que la vida se trata de disfrutar el camino y que los sueños se disfrutan aún más cuando tienes con quién compartirlos

A mi tía, que siempre ocupará un lugar muy especial en mi corazón. Gracias por cada consejo, por las palabras oportunas y por esa manera de acompañarme y guiarme cuando necesitaba encontrar un poco de claridad en el camino.

A mis perros por ser la alegría de mis días y el motivo para levantarme todos los días. Gracias por el amor incondicional y por acompañarme sin pedir nada a cambio.

A mis amigos, por hacer el camino más fácil, por las risas y los desvelos compartidos. Porque tienen un pedazo de mi corazón.

A mis profesores, por ser parte de este camino y dejar una huella en mi vida que va más allá de la escuela.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) por el apoyo brindado para estudiar el Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola.

A la División de Ciencias Económico- Administrativas y a la Universidad Autónoma Chapingo por abrirme sus puertas y convertirse en mi segundo hogar durante todos estos años. Gracias por brindarme los conocimientos, las herramientas y las oportunidades que han contribuido a mi formación académica y personal, y por acompañarme en el camino para convertirme en la profesionista que hoy soy.

Al Dr. Juan Hernández Ortiz, por compartir sus conocimientos conmigo, por su confianza, por las pláticas, pero, sobre todo, por ayudarme a encontrar el rumbo y por recordarme, que no tenía que enfrentar cada dificultad por mi cuenta.

A la Dra. Dixia Dania Vega Valdivia, por acompañarme desde la maestría y ser parte tan importante de este proceso. En usted he encontrado mucho más que una asesora: he encontrado una guía y una inspiración que me ha impulsado a crecer Gracias por caminar a mi lado durante tantos años y por dejar una huella tan bonita en mi vida.

Al Dr. Miguel Ángel Martínez Damián, por su paciencia, su disposición para explicar y por enseñarme siempre algo nuevo. Gracias por compartir sus conocimientos con generosidad, por ayudarme a comprender incluso aquello que parecía difícil

DATOS BIOGRÁFICOS



DATOS PERSONALES

Fecha de nacimiento:	18 de octubre de 1996
Lugar de nacimiento:	Texcoco, Estado de México, México
CURP:	VITL961018MMCLRR02
Cédula profesional:	14471817

DESARROLLO ACADÉMICO

Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales	**(2020-2022)**	Universidad Autónoma Chapingo
Licenciatura en Comercio Internacional	**(2014-2018)**	Universidad Autónoma Chapingo
Preparatoria Agrícola	**(2011-2014)**	Universidad Autónoma Chapingo

RESUMEN GENERAL

IMPACTO DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN EL MEDIO AMBIENTE: CASO MÉXICO

La presente investigación analiza la relación entre crecimiento económico y presión ambiental en México mediante dos modelos complementarios: la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) y la Economía de la Dona. A nivel nacional, se evalúa la relación entre PIB per cápita, comercio exterior y emisiones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso durante 1990–2022. Los resultados muestran una relación positiva entre crecimiento económico y emisiones, lo que rechaza la validez de la CKA para el caso mexicano, sin embargo, dentro del contexto nacional el comercio exterior se asocia negativamente con las emisiones de gases de efecto invernadero, sugiriendo que la integración comercial puede generar mejoras medioambientales. A partir de estos resultados se incorpora un análisis a nivel estatal mediante el enfoque de la Economía de la Dona, aplicada a Nuevo León, Puebla y Chiapas, tres estados con desarrollo diferente. Los resultados indican que ninguna entidad se sitúa dentro del "espacio seguro y justo". Nuevo León alcanza mayor cumplimiento del piso social, pero presenta el mayor excedente ecológico; Puebla muestra un desempeño intermedio; mientras que Chiapas combina rezagos sociales con vulnerabilidad ambiental. Finalmente, el presente estudio refleja que el crecimiento económico no se traduce necesariamente en mejores condiciones sociales ni en una menor presión sobre el ambiente, lo que refuerza la necesidad de enfoques integrados para el diseño de políticas públicas que consideren las particularidades territoriales de México.

Palabras clave: Curva de Kuznets Ambiental, Economía de la Dona, Desarrollo Sostenible.

Tesis de Doctorado en Ciencias en Economía Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo
Autora: Laura Danae Villalobos Torres
Director de Tesis: Juan Hernández Ortíz

GENERAL ABSTRACT

IMPACT OF ECONOMIC GROWTH ON THE ENVIRONMENT: THE CASE OF MEXICO

This study examines the relationship between economic growth and environmental pressure in Mexico through two complementary models: the Environmental Kuznets Curve (EKC) and Doughnut Economics. At national level, the study evaluates the relationship between per capita GDP, international trade, and CO_2, CH_4, and N_2O emissions over the 1990–2022 period. The results show a positive relationship between economic growth and emissions, which challenges the validity of the EKC in the Mexican case. However, within the national context, foreign trade is negatively associated with greenhouse gas emissions, suggesting that greater trade integration may contribute to environmental improvements. Based on these findings, a state-level analysis is incorporated using the Doughnut Economics framework, applied to Nuevo León, Puebla, and Chiapas, three states with different patterns of economic growth. The results indicate that none of the three states falls within the "safe and just space." Nuevo León achieves the highest level of compliance with the social foundation but also exhibits the greatest ecological overshoot; Puebla shows an intermediate performance, while Chiapas combines social deficits with environmental vulnerability. Overall, the study shows that economic growth does not necessarily translate into improved social conditions or lower environmental pressure, reinforcing the need for integrated approaches to public policy that account for the territorial particularities of Mexico.

Keywords: Environmental Kuznets Curve; Doughnut Economics; Sustainable Development.

PhD Thesis in Agricultural Economics, Universidad Autónoma Chapingo
Author: Laura Danae Villalobos Torres
Advisor: Juan Hernández Ortíz

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

1.1. Antecedentes

Los seres humanos, dotados de la capacidad de modificar su entorno, han ejercido un impacto en el medio ambiente, dando lugar a consecuencias negativas. Como señala Gómez (2020), las sociedades han adoptado un consumo desmedido de recursos extraídos de manera no sostenible, provocando un deterioro ambiental intensificado.

Una parte importante de este deterioro ha sido atribuida a la actividad económica y, en particular, al crecimiento económico (Correa et al., 2005). El crecimiento económico implica el desarrollo de infraestructuras, el fomento de la innovación tecnológica y el aumento de la producción industrial y agrícola. Sin embargo, este aumento en la actividad económica conlleva, inevitablemente, un incremento en la demanda de recursos naturales, como energía, agua y materias primas, así como una mayor generación de residuos y contaminantes. Por lo tanto, aunque el crecimiento económico puede traducirse en indicadores positivos como mejora del bienestar social, también está vinculado a la explotación y degradación del medio ambiente.

La relación entre crecimiento económico y medio ambiente ha sido objeto de exploración tanto desde un enfoque empírico como teórico. Gómez et al. (2011) señalan el desarrollo económico ha estado acompañado por una mayor preocupación por el deterioro ambiental y la conservación de los recursos naturales, dando origen a diferentes propuestas.

Bajo esta preocupación, Grossman y Krueger (1991) introdujeron la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental, la cual sostiene que, a corto plazo, el crecimiento económico puede contribuir a un mayor deterioro ambiental; sin embargo, a largo

plazo, a medida que las economías se vuelven más ricas, se plantea que el crecimiento económico beneficia al medio ambiente, mejorando su calidad con el aumento de ingresos. No obstante, es importante destacar que, hasta ahora, esta evidencia se ha encontrado mayormente en países desarrollados (Correa, 2004).

Lo anterior resulta particularmente interesante para los países en vías de desarrollo, pues Catalán (2014) señala que estas economías tienden a ubicarse en la pendiente ascendente de la Curva de Kuznets Ambiental. En esta fase, las acciones y políticas orientadas al crecimiento pueden generar un deterioro ambiental. Sin embargo, conforme estos países alcanzan un estado más avanzado de desarrollo, podrían implementar políticas destinadas a mejorar la calidad del medio ambiente y proteger los recursos naturales. Esta perspectiva sugiere que el crecimiento económico podría ser la clave para superar los desafíos ambientales, siempre y cuando se acompañe de medidas adecuadas en fases posteriores del desarrollo.

Aunque esta curva plantea la posibilidad de que el impacto ambiental disminuya a medida que se desarrollen los países, su análisis se basa en el análisis entre el ingreso y el medio ambiente, pero un mayor nivel de ingreso no implica necesariamente que sus beneficios se distribuyan de manera equitativa, que se satisfagan las necesidades de toda la población o que las presiones ambientales se mantengan dentro de límites sostenibles (Parra y Arango, 2019).

Por lo anterior, durante los últimos años han surgido enfoques alternativos que buscan replantear la relación entre desarrollo económico y sostenibilidad ambiental. Entre ellos aparece el modelo de la Economía de la Dona de Raworth (2017), la cual plantea que el desarrollo debe situarse dentro de un espacio seguro y justo para la humanidad, delimitado por un piso social mínimo y un techo ecológico que no debe ser sobrepasado, en el cual se incorpora el análisis de dimensiones sociales y ambientales de manera conjunta.

1.2. Planteamiento del problema

México enfrenta el desafío de mantener un crecimiento económico sostenido sin generar deterioro ambiental. La generación de bienes y servicios requiere el uso de recursos naturales y energía, por lo que el proceso de expansión económica puede intensificar la presión del medio ambiente, provocando desertificación, escasez de agua dulce, pérdida de biodiversidad y el incremento de especies en peligro de extinción (PNUD, 2022).

Dichas problemáticas no solo afectan los ecosistemas, sino también las condiciones de vida y el bienestar de la población. De acuerdo con Riojas et al. (2013), los problemas ambientales registrados en México han tenido repercusiones directas sobre la salud humana y las actividades económicas.

Aun cuando se han impulsado estrategias nacionales e internacionales, como la adhesión a la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, persisten limitaciones institucionales, financieras y de implementación que dificultan la aplicación efectiva de políticas ambientales (Suárez, 2011). Como resultado, continúa existiendo una tensión entre los objetivos de crecimiento económico y la necesidad de reducir la degradación ambiental.

Esta tensión ha sido analizada desde distintas perspectivas. Una de ellas es la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental, que plantea que la degradación ambiental puede aumentar durante determinadas etapas del crecimiento económico y disminuir posteriormente. Bajo este enfoque, resalta la necesidad de analizar la relación entre crecimiento económico y degradación ambiental en México, con el fin de identificar el impacto del crecimiento económico en la presión sobre el medio ambiente, y si conforme se incrementa el nivel de desarrollo, pueden observarse mejoras en la calidad ambiental.

Aunque el enfoque de la CKA permite estudiar la relación entre crecimiento económico y contaminación, presenta limitaciones para explicar de manera integral los efectos sociales y ambientales del desarrollo. Por lo anterior, surge la necesidad de incorporar enfoques complementarios, como la Economía de la Dona, que permitan analizar simultáneamente el bienestar social y la presión ecológica.

1.3. Justificación

Las modificaciones antropogénicas al planeta han tenido un impacto significativo en el cambio climático, la pérdida de ecosistemas naturales, la alteración de ciclos biogeoquímicos, la acidificación de los océanos y la degradación de la capa de ozono (Steffen et al., 2015). México, siendo un país rico en recursos naturales como petróleo, gas, minerales y una amplia variedad de flora y fauna, posee una ventaja en términos de crecimiento económico. Sin embargo, la explotación inadecuada de estos recursos puede conducir hacia graves consecuencias para el medio ambiente y la salud humana.

Desde una perspectiva ambiental, Nazrul (2015) explica que la conexión entre la desigualdad económica y la pérdida de biodiversidad, el consumo de agua y la generación de residuos en el país, puede derivarse de la explotación desequilibrada de los recursos, especialmente en regiones marginadas.

La situación anteriormente descrita adquiere mayor relevancia en un país caracterizado por importantes desigualdades territoriales y sociales, como México, donde, según datos de INEGI (2021) las condiciones en las que vive la población no son homogéneas, debido a las diferencias económicas, sociales y ambientales existentes entre las entidades federativas del país.

Por lo anterior, la presente investigación resulta pertinente porque incorpora enfoques complementarios para el análisis del desarrollo sostenible. Por un lado, la Curva de Kuznets Ambiental permite examinar la relación entre crecimiento económico y degradación ambiental; por otro, la Economía de la Dona amplía el análisis al considerar simultáneamente dimensiones sociales y límites ecológicos. La integración de ambos enfoques contribuye a una comprensión más amplia de los desafíos ambientales y sociales que enfrenta México.

1.4. Objetivos

Objetivo general

- Analizar la relación entre el crecimiento económico y el impacto ambiental en México y sus territorios, buscando identificar la naturaleza y la magnitud de esta relación.

Objetivos específicos

- Analizar la relación entre el crecimiento económico, la apertura comercial y las emisiones de gases de efecto invernadero en México, evaluando si existe evidencia de un proceso de desacoplamiento.
- Analizar la viabilidad del modelo de la Dona en entidades con distintos niveles de desarrollo económico, así como evaluar su posición con respecto al espacio seguro y justo.

1.5. Hipótesis

Hipótesis general

- Existe una relación significativa entre el crecimiento económico y el impacto ambiental en México, pero existen variaciones con respecto a los diferentes contextos regionales, reflejando una compleja interacción entre el desarrollo económico y la preservación ambiental en el país.

Hipótesis específicas

- En México tanto el crecimiento económico como la mayor integración comercial han ejercido un efecto positivo sobre las emisiones, lo cual ha generado mayor contaminación en el país.
- Las entidades con mayores niveles de desarrollo económico presentan mejores condiciones en las dimensiones sociales evaluadas, aunque pueden estar asociadas con mayores niveles de presión ambiental,

mientras que las entidades con menores niveles de desarrollo económico pueden presentar menores avances en el cumplimiento del piso social, así como menos degradación ambiental.

1.6. Contenido del Documento

El documento se organiza en seis capítulos explicados a continuación:

Introducción general. En el primer capítulo se da una presentación de la investigación que se desarrolla en los capítulos dos y tres.

Revisión de literatura. Este capítulo abarca el contexto histórico del medio ambiente, además de proporcionar definiciones que ayudan a entender la interacción entre el crecimiento económico y los efectos ambientales.

Crecimiento y Medio Ambiente en México. Explorando la Curva de Kuznets Medioambiental. El tercer capítulo analiza el impacto del crecimiento económico y la apertura comercial en la contaminación medioambiental, medida por las emisiones de gases de efecto invernadero, explorando la existencia de la Curva de Kuznets ambiental en México.

Más allá del Crecimiento: El cuarto capítulo analiza el bienestar social y la presión ambiental en tres entidades federativas con distintos niveles de desarrollo económico: Nuevo León, Puebla y Chiapas. A partir del modelo de la Economía de la Dona, se evalúa la posición de cada estado respecto al espacio seguro y justo.

Conclusiones Generales: El quinto capítulo presenta las conclusiones generales y lo desafíos que se suscitaron.

Literatura citada: Finalmente, el sexto capítulo cita las referencias utilizadas en la presente investigación.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

En los últimos años, el desarrollo de las actividades económicas ha generado presiones sobre el ambiente, lo que ha dado lugar a un mayor interés por comprender cómo se relacionan ambos procesos y cuáles son sus implicaciones para la sostenibilidad.

Esta revisión de literatura busca un análisis de los estudios existentes que exploran la relación entre el cambio climático y el crecimiento económico, así como los conceptos necesarios para entender dicha relación.

2.1 Contexto histórico y situación actual

El mundo moderno es el fruto del desarrollo industrial originado en Europa durante el siglo XVII. Este periodo se caracterizó por un crecimiento industrial que generó una demanda de recursos mayor a la disponibilidad de los dueños de los medios de producción, transformando radicalmente los sistemas de producción y la forma en que las personas vivían y trabajaban (Íñigo, 2012; Alzamar y Ponce, 2014).

El rápido progreso tecnológico durante la Revolución Industrial empezó a mediados del siglo XVII en Europa y se expandió hacia otras partes del mundo en el siglo XIX, se caracterizó por una necesidad de energía producida mediante la quema de carbón y marcó un punto de inflexión en la historia humana (Chaves, 2004).

Este cambio no solo transformó la producción y la economía, sino que también tuvo un impacto significativo en el medio ambiente y las condiciones laborales, planteando desafíos y problemas que aún enfrentamos en la actualidad (Oliveros et al., 2022; Pata y Yurkuran, 2022).

Sin embargo, la preocupación global hacia el medio ambiente comenzó a surgir más claramente en la segunda mitad del siglo XX.

El primer indicio significativo de esa preocupación se manifestó en 1949 durante la Conferencia Científica de las Naciones Unidas sobre Conservación y Utilización de los Recursos. Según Jackson (2007), ese encuentro se centró en la gestión de los recursos alimenticios de la humanidad, priorizando el beneficio económico y social sin suficiente consideración por su conservación.

Para el año 1958, el científico Charles David Keeling inició las primeras mediciones de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, revelando un valor inicial de 316 ppm, que superaba en más del 10% el nivel constante de 280 ppm desde fines de la última época de hielo. Estas mediciones fueron fundamentales para la comprensión del cambio climático, impulsando una mayor conciencia mundial sobre sus implicaciones (De Vengoechea, 2012; Hoffman, 2013).

Dicho despertar hacia las preocupaciones ambientales se reflejó en la Conferencia de Estocolmo en 1972. Celebrada del 5 al 16 de junio de ese año, esta conferencia fue la primera reunión importante dedicada exclusivamente a temas ambientales. Representó un hito en el reconocimiento y abordaje de las preocupaciones ambientales a nivel global, consolidando la idea de que la protección del medio ambiente era una responsabilidad compartida por todas las naciones (UNESCO, 2021).

Durante la conferencia, 86 países presentaron informes sobre problemas ambientales y se formó el Grupo de Trabajo sobre la Declaración sobre el Medio Humano, la cual generó la Declaración sobre el Medio Humano y 109 recomendaciones para la acción nacional e internacional (ONU, 2012).

La Conferencia de Estocolmo también sentó las bases para las primeras directrices en materia ambiental, dando lugar a la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), como destacan Fernández y Abejón (2022). Dicho programa, establecido en 1972, tiene como objetivo

apoyar la cooperación global y promover el cumplimiento de normas y políticas internacionales para mejorar la calidad de vida sin comprometer el bienestar de las futuras generaciones (SEMARNAT, 2015).

Según Estrada y Cevallos (1993) la Conferencia no solo sirvió como un foro para discutir medidas de conservación y prácticas sostenibles, sino que también actuó como una plataforma para abordar cuestiones de equidad y justicia en el acceso y distribución de los recursos naturales, preparando el terreno para una comprensión más amplia de la conservación ambiental, siendo reconocida no solo como una cuestión científica, sino como un tema que abarca aspectos de desarrollo económico y social.

Sin embargo y, a pesar de que la conferencia marcó un punto de partida crucial al esbozar un nivel inicial de política relacionada con daños ambientales, conocimientos técnicos y conciencia ambiental pública, se quedó muy lejos de lograr que algún país implementará una política ambiental preventiva (Vegas y Vegas, 2023)

En sintonía con lo realizado en Estocolmo, en 1979 se llevó a cabo la Conferencia Mundial sobre el Clima en Ginebra, centrada en el fenómeno del Calentamiento Global y sus potenciales impactos. El resultado de este encuentro fue una declaración que solicitaba la atención y la prevención sobre las alteraciones del clima asociadas con la actividad humana (Zillman, 2009).

Pero fue en la década de 1980 que se reconoció que una estrategia enfocada únicamente en la conservación no podría lograr resultados significativos, por lo que se creó La Estrategia Mundial para la Conservación, la cual destacó la necesidad de integrar las políticas de conservación con las de desarrollo, considerando aspectos como la satisfacción de las necesidades básicas y el aprovechamiento sostenible de los recursos (UICN,1980).

Eso es lo que fomentó que, en 1987, la Asamblea General de las Naciones Unidas impulsara las preocupaciones ambientales al adoptar la Perspectiva Ambiental hasta el año 2000 (PNUMA, 1988).

La Perspectiva Ambiental destacaba la conexión entre el medio ambiente y el desarrollo, y presentaba por primera vez el concepto de desarrollo sostenible, el cual propone satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para cumplir las suyas. A pesar de reconocer la importancia de las tecnologías de aire limpio y el control de la contaminación atmosférica, resultó desalentador que este documento de política a largo plazo no priorizara la cuestión del cambio climático (Jackson, 2007).

No obstante, en 1988, el calentamiento global y la destrucción de la capa de ozono adquirieron una importancia creciente en el ámbito internacional. Durante ese mismo año la Asamblea General de las Naciones Unidas identificó el cambio climático como una preocupación y determinó que era necesario adoptar medidas oportunas para hacerle frente, con el propósito de proteger el clima para las generaciones presentes y futuras (Asamblea General de las Naciones Unidas, 1988).

Con la finalidad de evaluar las amenazas de manera periódica, analizar las repercusiones y el riesgo, se creó el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC por sus siglas en inglés, en el mismo año (IPCC, 2013).

Un año después entró en vigor el Protocolo de Montreal, un acuerdo diseñado para proteger la capa de ozono mediante la implementación de medidas para controlar y eliminar las sustancias que la dañan. Este protocolo categorizó las sustancias químicas perjudiciales y estableció un calendario para su eliminación gradual, con el objetivo final de erradicarlas por completo. Entre sus disposiciones se incluyó un compromiso de reducción del 10% a partir de 2015, con la mayor reducción del 97.5% programada para el año 2030 (Ozone Secretariat, 2016).

Pero, no fue hasta 1990, cuando se inició un proceso de reflexión tanto por parte de expertos como de la comunidad internacional sobre los desafíos derivados de la toma de decisiones ambientales y las deficiencias del marco internacional existente para abordar la degradación ambiental (Laguna, 2010).

Después de abordar los desafíos ambientales y reconocer la necesidad de evaluar la eficacia de los acuerdos, la comunidad internacional dio un paso importante con la celebración de la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro en 1992, con motivo del 20 aniversario de La Conferencia sobre el Medio Ambiente Humano en Estocolmo. En esta conferencia, los Estados participantes reconocieron que los factores económicos y ambientales evolucionan de manera conjunta, lo cual implicaba un nuevo plan de acción internacional que orientara la política de desarrollo con ese nuevo enfoque (ONU, 2021).

Estos temas adquirieron aún más relevancia durante las convenciones anuales de las Naciones Unidas sobre el clima, eventos de gran magnitud comúnmente denominados COP. En estas reuniones, los países que son Partes firmantes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) se congregan para impulsar la acción contra el cambio climático, representando la mayor instancia de negociación en este ámbito. Las COP se encargan de mantener un esfuerzo continuo por resolver los problemas del cambio climático, examinando la aplicación de la Convención y los compromisos de las partes a través de inventarios de emisiones anuales, así como de incorporar nuevos descubrimientos científicos y políticas relacionadas con el cambio climático (Arámbula, 2007; SEMARNAT, 2017; ONU, 2023).

Inicialmente, según Linares y Valera (2022), las primeras Conferencias de las Partes (COP) estuvieron centradas en diseñar medidas para un protocolo sobre la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), basándose en el segundo informe evaluativo del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Sin embargo, tras su fracaso, los países firmantes se reunieron en la tercera COP, celebrada en Kioto, donde se formalizó la elaboración del Protocolo que lleva el nombre del lugar de la conferencia, Kioto.

El Protocolo de Kioto es un acuerdo en el cual los países industrializados, aunque Estados Unidos de América no ratificó el acuerdo, los mayores responsables del calentamiento global, se obligan a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 5.2%, mostrando un avance en el año 2005 (Rodríguez, 2007).

El protocolo, diseñado para ayudar a cumplir los compromisos de reducción de emisiones de manera eficiente, estableció varios mecanismos. Estos incluían el comercio de derechos de emisión, que permitía a los países intercambiar créditos de carbono; los mecanismos de aplicación conjunta, que facilitaban la implementación de proyectos de reducción de emisiones entre países industrializados; y los mecanismos de desarrollo limpio (MDL), que se centraban en la transferencia de tecnología e inversión hacia países en desarrollo mientras promovía el desarrollo sostenible al introducir tecnologías más limpias y eficientes (Galante, 2010).

Tras el Protocolo de Kioto se convocaron diferentes COPS, pero fue hasta el año 2015, cuando se representó un avance significativo en los esfuerzos internacionales para abordar el cambio climático. En esta Conferencia alcanzaron un acuerdo para combatir el cambio climático e intensificar las acciones necesarias para un futuro sostenible (UNFCCC, 2021).

A diferencia del Protocolo de Kioto, que se centraba en los países desarrollados, el Acuerdo de París adoptó un enfoque más inclusivo al comprometer a todos los países, tanto desarrollados como en vías de desarrollo, a tomar medidas para limitar el calentamiento global, reconociendo la necesidad de movilizar financiamiento y tecnología para ayudar a los países en desarrollo a cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones (Garay, 2020).

El enfoque del Acuerdo de París se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), adoptados en el mismo año para proteger el planeta lo que demuestra una continuidad en los esfuerzos internacionales para lograr un desarrollo sostenible y mitigar los efectos del cambio climático.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible adoptados por las Naciones Unidas en 2015, según Gómez (2018), representan un plan global para abordar los desafíos más importantes que enfrenta la humanidad como el cambio climático y la pobreza extrema.

2.2. Contexto ambiental y económico de México

México es un país megadiverso que alberga cerca del 10% de las especies registradas, muchas de ellas endémicas. Ocupa el quinto lugar en el mundo en cuanto al número de especies de plantas y el cuarto en especies de reptiles, aves y mamíferos (SEMARNAT, 2016).

Este gran patrimonio natural ha impulsado a México a la protección del medio ambiente a nivel global. Desde la década de 1990, México ha demostrado un compromiso con la protección del medio ambiente al participar en la firma y ratificación de varios acuerdos ambientales internacionales (INECC, 2018b).

Específicamente en 1992, México participó en la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro donde se comprometió a adoptar medidas para avanzar hacia el desarrollo de una sociedad sustentable. Esta iniciativa, como explica Carmona (2012), llevó al desarrollo de instituciones ambientales y a la modernización de la gestión ambiental en México, creando la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Dicha institución se estableció con el objetivo de asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental, apoyando el desarrollo sustentable. Entre sus responsabilidades se incluyen la protección de los intereses de la población y la asesoría en cuestiones relacionadas con la protección del medio ambiente y los recursos naturales (PROFEPA, 2010).

Simultáneamente, se generó la creación de un acuerdo en tema ambiental entre los firmantes del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, Estados Unidos de América, Canadá y México, llamado Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN) (López-Vallejo, 2014).

El Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (ACAAN), que fue firmado en 1994, tenía como objetivo complementar el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) al promover la cooperación y la protección ambiental en la región. Aunque el ACAAN no contaba con mecanismos de

sanción directa, ofrecía una plataforma para la colaboración en asuntos ambientales y establecía procedimientos para abordar quejas ciudadanas sobre incumplimientos de las leyes ambientales.

Entre los beneficios que México ha obtenido de su colaboración con Canadá y Estados Unidos se encuentra la restricción del uso de diclorodifeniltricloroetano (DDT), un pesticida introducido en México en la década de 1950. Este químico fue ampliamente utilizado en la agricultura y en el control de mosquitos, especialmente para combatir el paludismo. Sin embargo, el DDT tuvo efectos adversos significativos pues se acumulaba en el cuerpo humano generando problemas endocrinos (Comisión para la Cooperación de América del Norte, 2001).

Otros logros importantes de esta colaboración incluyen la creación del Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), que permite un mejor seguimiento de la contaminación, el fortalecimiento de la protección de la migración de la mariposa monarca, un insecto emblemático de América del Norte, y la elaboración del Plan Nacional para la Reducción de Emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta, el cual buscaba mitigar el impacto ambiental de contaminantes con alta capacidad de calentamiento global (SEMARNAT, 2018).

Estas iniciativas reflejaron el compromiso de México con la protección ambiental a nivel regional y le brindaron experiencia, lo que preparó al país para asumir compromisos más ambiciosos en el escenario internacional, como Protocolo de Kioto.

En la Conferencia de las Partes celebrada en Kioto, México, junto a otras 106 naciones en vía de desarrollo, se comprometió a informar sus niveles de contaminación y las acciones que tomaría para disminuirlas. A pesar de que las naciones en vías de desarrollo no estaban obligadas a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero bajo el Protocolo, el compromiso de México incluyó

el desarrollo de proyectos de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero conocidas como Mecanismo de Desarrollo Limpio (Díaz, 2008).

Los Mecanismos de Desarrollo Limpio o MDL permiten a los países desarrollados cumplir con parte de sus compromisos, con Certificados de Reducción de Emisiones, mediante la implementación de proyectos en países en vías de desarrollo. Estos proyectos no solo ayudan a reducir las emisiones globales, sino que también, en México, generan transferencia de tecnología, inversión de capital y apoyo en políticas de desarrollo sustentable (INECC, 2018a).

El aprendizaje y la infraestructura desarrollados a partir del Protocolo de Kioto y los MDL posicionaron a México de manera favorable para participar en el Acuerdo de París, que se adoptó en 2015 y comprometía a sus partes firmantes a mantener el aumento de la temperatura global por debajo de los 2°C en comparación con los niveles preindustriales, con el objetivo de limitar el calentamiento a 1.5°C.

Además, incorporó los principios de la Agenda 2030 en sus políticas, buscando fortalecer y la capacidad de adaptación a riesgos climáticos y desastres naturales, mejorar la educación y la sensibilización sobre la mitigación del cambio climático, así como promover acciones de adaptación a estos riesgos.

Como primera acción para enfrentar los desafíos ambientales, México se propuso alcanzar una tasa cero de deforestación, con el objetivo de conservar la biodiversidad y contribuir a la mitigación del cambio climático. No obstante, según la Comisión Nacional Forestal (2025), aunque en el primer año tras la ratificación se registró una disminución en la deforestación, esta tendencia no se mantuvo a mediano plazo, ya que para 2022, la superficie deforestada volvió a incrementarse, alcanzando 206,564 hectáreas de bosques perdidos.

Asimismo, México se comprometió a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 22% como parte de sus obligaciones globales frente al cambio climático. Según los datos del Banco Mundial (2024) las emisiones de CO_2

registradas entre 2015 y 2020, México ha mostrado una tendencia a la baja en sus emisiones. En 2015, las emisiones fueron de aproximadamente 3.93 kilotoneladas (kt), y para 2020, se redujeron a 3.04 kt.

Para monitorear y reportar el avance hacia los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), el Gobierno de México, junto con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), implementó el Sistema de Información de los ODS (SIODS). Este sistema proporciona una plataforma integral que recopila, analiza y difunde datos relevantes sobre el progreso de México en cada uno de los 17 ODS, permitiendo una evaluación basada en evidencia de las políticas públicas y acciones implementadas.

Para apoyar estas metas, México implementó lineamientos establecidos en diversos instrumentos jurídicos y programas nacionales, como la Ley General de Cambio Climático, la Estrategia Nacional de Cambio Climático, el Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático y la Estrategia Nacional para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques y Selvas (Romero, 2020).

Dándole seguimiento a sus compromisos, en 2024, México presentó su cuarto informe nacional voluntario sobre la Agenda 2030, donde se detallaron las acciones implementadas y los resultados obtenidos en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

2.3 Desafíos y Avances en el Cumplimiento de Compromisos Ambientales de México

México ha mostrado un interés creciente en el cambio climático y la protección ambiental, buscando integrarse activamente en iniciativas globales para mitigar los impactos del calentamiento global y preservar su rica biodiversidad. A lo largo de las últimas décadas, el país ha firmado y ratificado acuerdos internacionales, comprometiéndose a implementar políticas y prácticas que promuevan la sostenibilidad y la reducción de contaminantes. Sin embargo, cumplir estos

compromisos ha implicado enfrentar diversos retos en su aplicación, especialmente en el monitoreo y control de sustancias contaminantes.

La PROFEPA, creada tras la Cumbre de la Tierra de 1992, ha sido una institución clave en la defensa del medio ambiente en México, encargándose de que las leyes ambientales se cumplan para proteger los recursos naturales. Con el tiempo, el concepto de Responsabilidad Ambiental se ha vuelto central en esta tarea. Este concepto, según Basurto (2014) establece que cualquier persona o empresa que cause daño al medio ambiente, ya sea directa o indirectamente, debe reparar ese daño o compensarlo de alguna manera.

La Responsabilidad Ambiental implica que todos somos responsables de cuidar el medio ambiente y de actuar si vemos que algo lo perjudica. Sin embargo, en la práctica, la efectividad de esta responsabilidad ha sido limitada. Aunque existen leyes y herramientas para exigir que los daños sean reparados y que se denuncien delitos ambientales, el cumplimiento a veces enfrenta desafíos, como la falta de recursos para inspecciones, procesos largos, y en algunos casos, falta de sanciones adecuadas.

Dichos problemas de cumplimiento han tenido consecuencias notables en México, como lo demuestran los casos relacionados con el pesticida DDT. Aunque su uso fue prohibido en el país desde la implementación del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte (AACAN), estudios realizados por Arellano y Rendón (2016) encontraron que las concentraciones de DDT y de otro pesticida tóxico, el endosulfán, sobrepasan los niveles permitidos para la protección de la vida acuática en las aguas costeras de la Península de Yucatán.

A pesar de los esfuerzos por restringir su uso, sus concentraciones siguen siendo elevadas, indicando que la contaminación ambiental en México sigue siendo un problema, y que los efectos de estos químicos representan una amenaza para los ecosistemas.

En paralelo, México se comprometió con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a través de su participación en el Protocolo de Kioto, implementando los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL).

En México, los proyectos MDL se han enfocado en sectores estratégicos como el manejo de residuos del sector ganadero, la generación de energía renovable y la eficiencia energética, según reportan Guijarro, et al. (2009). Estos proyectos han contribuido no solo a la protección ambiental, sino también al desarrollo mediante la creación de empleos en tecnologías verdes y sostenibles, reduciendo significativamente las emisiones contaminantes, pues hasta 2019, México logró reducir 33.9 millones de toneladas de CO_2 mediante el mercado de carbono,

Los resultados en materia de los MDL contribuyen al progreso de México en la reducción de emisiones de CO_2 contribuye directamente al ODS 13, "Acción por el clima", que busca mitigar el cambio climático y fortalecer la resiliencia frente a sus efectos. Además, al promover energías renovables y tecnologías limpias en sectores clave, México también está alineándose con otros ODS, como el ODS 7, "Energía asequible y no contaminante", y el ODS 8, "Trabajo decente y crecimiento económico", generando empleo en industrias verdes y apoyando el desarrollo económico sostenible.

2.4 Crecimiento Económico y su relación con el Medio Ambiente

La relación entre el crecimiento económico y el medio ambiente en México es un tema de vital importancia en el contexto mundial actual. El cambio climático es un desafío global que demanda acciones colectivas para mitigar sus impactos negativos en los ecosistemas y las comunidades humanas.

Diversas teorías y modelos económicos han surgido para abordar la relación entre crecimiento económico y medio ambiente. Por ejemplo, el Producto Interno Bruto Verde (PIB verde) y el modelo IPAT ofrecen perspectivas valiosas para evaluar cómo la actividad económica afecta la degradación del entorno natural (Dossantos y Bengochea, 2015).

En la Cumbre de Río +20 surgió el concepto de Producto Interno Verde (PIB verde), un índice que busca abordar estas limitaciones integrando los ingresos, el bienestar y el valor socioeconómico generados a partir de prácticas de crecimiento verde y sostenible. Este enfoque implica una serie de acciones centradas en la sostenibilidad, como la transformación estructural, el desarrollo de infraestructura, el cambio tecnológico y la promoción de la producción de bioenergía, así como la implementación de políticas públicas y la participación de redes empresariales (Aguilar, 2021; El Khalidy, 2022).

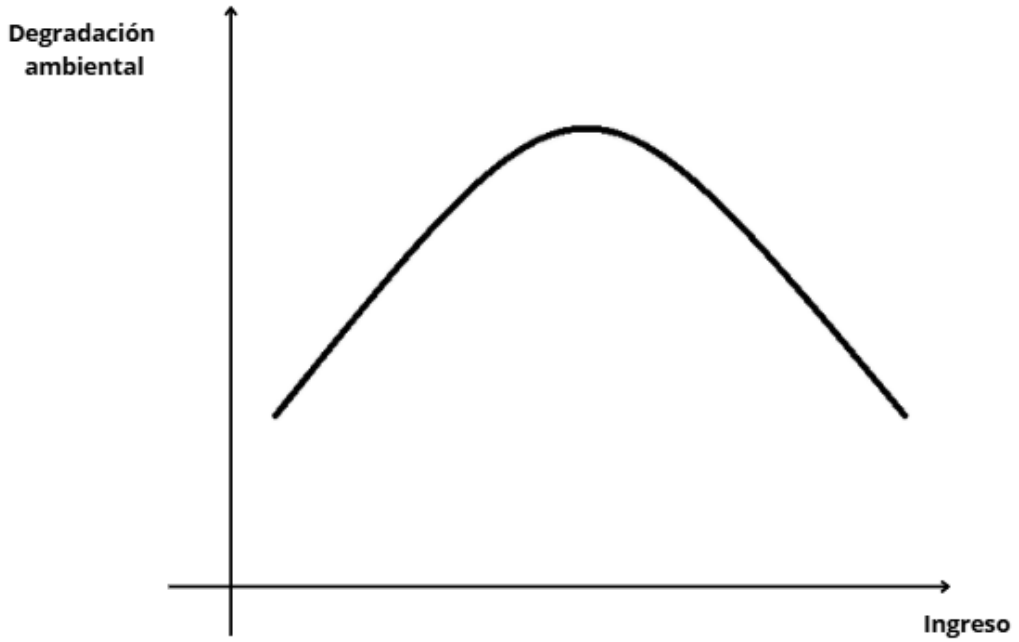
Por su parte, el modelo IPAT, desarrollado por los científicos Paul Ehrlich y John Holdren en la década de 1970, ofrece una perspectiva útil para comprender cómo las actividades humanas influyen en el medio ambiente. En su esencia, el modelo sugiere que el impacto ambiental (I) es el resultado de la interacción entre tres factores principales: la población (P), la riqueza per cápita (A) y el nivel de tecnología (T) utilizada. Esta ecuación plantea que la sostenibilidad del medio ambiente se define por el impacto generado por las actividades de una nación, el cual se determina mediante la multiplicación de estos tres factores (Dossantos y Bengochea, 2015).

$$\mathbf{I} = \mathbf{P} * \mathbf{A} * \mathbf{T} \tag{1}$$

Este modelo, ofrece varios beneficios, especialmente en el ámbito de la evaluación de las metas de cambio climático y la formulación de políticas públicas, como explican Rivas y Sanabria (2023). Al proporcionar un marco analítico sólido, permite evaluar de manera más precisa el impacto de las actividades humanas en el cambio climático. Además, facilita la identificación de áreas clave de intervención y el desarrollo de estrategias específicas para mitigar y adaptarse al cambio climático. Esto puede conducir a la implementación de

políticas más efectivas y dirigidas, contribuyendo así a la lucha global contra el cambio climático y la promoción de un desarrollo más sostenible.

La relación entre crecimiento económico y degradación ambiental es un fenómeno complejo que ha sido objeto de estudio en diversas investigaciones, tanto en México como a nivel internacional. Uno de los marcos teóricos utilizados para entender esta relación es la Curva de Kuznets Ambiental (Figura 1), la cual propone que a largo plazo existe una relación en forma de U invertida entre el producto y cualquier medida plausible de contaminación que pueda ser utilizada como indicador de degradación ambiental (Zilio, 2012).



Fuente: elaboración propia con base en Grossman y Krueger (1995)

Figura 2.1. Curva de Kuznets Ambiental

La hipótesis plantea que el daño ambiental aumenta a medida que el nivel de actividad económica crece hasta alcanzar cierto nivel de ingreso, a partir del cual mayores niveles de renta están asociados con mejor calidad ambiental (Crespo, 2008; Kochi y Medina, 2013).

Lo anterior puede explicarse a través de la capacidad que adquieren los países para destinar mayores recursos a la tecnología más eficiente, el fortalecimiento de las políticas ambientales y la adopción de prácticas productivas con menor impacto sobre el entorno cuando presentan un crecimiento económico. De esta manera, conforme aumenta el nivel de desarrollo, es posible que la presión ambiental comience a disminuir (Bao y Lu, 2023)

Esta hipótesis fue probada en la investigación de Ortíz y Goméz (2021), quienes examinaron la relación entre crecimiento económico y emisiones de CO_2, encontrando evidencia de que en el largo plazo el impacto ambiental crece a menor ritmo comparado con el crecimiento económico, lo cual, gráficamente comprueba la forma de U invertida. Este hallazgo respalda la idea de que a medida que la economía de un país crece, inicialmente aumentan las emisiones, pero a medida que se alcanzan niveles más altos de desarrollo, las emisiones comienzan a disminuir.

Además, estudios como el de Beşe et al. (2020) estudiaron dicha relación en China y Australia mediante modelos ARDL, utilizando el consumo de carbón como indicador de presión ambiental. Sus resultados mostraron que la CKA para ambos países existe.

A diferencia de los estudios previos, Dogan y Turkekul (2016), encontraron que para Estados Unidos en un periodo de 1960-2010, la existencia de una CKA no se comprueba, lo que sugiere que la relación entre crecimiento económico y deterioro ambiental no necesariamente sigue una trayectoria de U invertida y puede variar de acuerdo con las características ambientales de cada país.

Dicho comportamiento refleja una dinámica que se puede encontrar principalmente en países en vías de desarrollo, donde el crecimiento económico sigue apoyándose en sectores productivos intensivos en el uso de recursos naturales y con elevados niveles de emisiones contaminantes. Esta tendencia ha sido documentada por Godínez et al. (2021), quienes encuentran que, en economías en desarrollo, aún no se alcanza el umbral de ingreso necesario para que el crecimiento económico genere beneficios ambientales tangibles.

Tales limitaciones en distintas regiones de los enfoques tradicionales de crecimiento económico y de la propia Curva de Kuznets Ambiental han impulsado el surgimiento de propuestas teóricas orientadas hacia una comprensión más integral de la sostenibilidad. Aunque la Curva de Kuznets Ambiental plantea que el deterioro ecológico podría disminuir conforme aumenta el ingreso per cápita, se ha planteado que el crecimiento económico no garantiza, por sí mismo, una reducción sostenida de la presión ambiental ni la disminución de las desigualdades sociales (Stern, 2004; Dinda, 2004).

En respuesta, surgieron enfoques alternativos, entre ellos aparece la economía ecológica, la cual plantea que la economía forma parte de un sistema ecológico más amplio y, por tanto, la actividad económica no puede analizarse de manera independiente de los recursos naturales, por lo que el crecimiento económico tiene restricciones asociadas a la disponibilidad de recursos y a la capacidad de los ecosistemas para absorber los impactos generados por la producción y el consumo (Daly, 1996; Costanza et al., 1997).

Por su parte, la propuesta del Desarrollo Sostenible busca que el desarrollo económico no implique un impacto ambiental, es decir, no se busca dejar el desarrollo, sino encontrar formas en las que el mismo desarrollo permita satisfacer las necesidades actuales sin agotar afectar las condiciones de vidas futuras cuidando los recursos naturales (WCED, 1987).

A su vez, la teoría de los límites planetarios explica que el planeta tiene una capacidad limitada para soportar los impactos generados por las actividades humanas. Por ello, identifica límites para el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, el uso del agua y la transformación de los ecosistemas y propone mantenernos dentro de dichos límites para evitar que la presión ejercida por las actividades humanas genere cambios difíciles de revertir (Rockström et al., 2009; Steffen et al., 2015).

A partir de la idea de que el planeta tiene límites que no deben sobrepasarse, Raworth (2017) propone la Economía de la Dona como un marco que incorpora también las condiciones sociales necesarias para el bienestar de las personas.

El modelo plantea que no es suficiente con reducir la presión sobre el medio ambiente; también es necesario garantizar que la población tenga acceso a condiciones básicas.

La Economía de la Dona (Figura 2) un piso social y un techo ecológico. El piso social incluye aspectos como agua, alimentación, salud, educación, ingreso y trabajo, paz y justicia, participación política, igualdad social, igualdad de género, vivienda, redes y energía. Por su parte, el techo ecológico representa los nueve límites planetarios asociados con la estabilidad de los sistemas naturales, entre ellos el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, el uso de agua dulce, los cambios en el uso del suelo y la alteración de los ciclos del nitrógeno y fósforo.



Fuente: elaboración propia con base en Raworth (2025)

Figura 2.2. Economía de la Dona

De acuerdo con Raworth (2017), el espacio comprendido entre ambos límites constituye un “espacio seguro y justo”, en el que es posible satisfacer las necesidades sociales sin sobrepasar la capacidad ambiental del planeta. Estas

dimensiones se encuentran vinculadas con las prioridades establecidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

En los últimos años, algunos estudios han comenzado a aplicar el enfoque de la Economía de la Dona en distintos contextos territoriales. Por ejemplo, Fanning et al. (2022) evaluaron el desempeño de múltiples países respecto al cumplimiento de necesidades sociales dentro de límites planetarios, encontrando que ningún país logra satisfacer completamente ambas dimensiones de manera simultánea. De manera similar, O'Neill et al. (2018) analizaron indicadores de bienestar social y sostenibilidad ecológica en más de 150 países, concluyendo que los niveles altos de bienestar suelen estar asociados a un mayor uso de recursos y presión ambiental.

En este sentido, la Economía de la Dona se plantea como una herramienta para evaluar si las dinámicas económicas actuales contribuyen efectivamente al bienestar de la población sin exceder los límites ambientales.

2.5 Literatura citada

Aguilar, N. (2021). Green Gross Domestic Product (Green GDP) and Sustainable Development. En W. Leal Filho, A. M. Azul, L. Brandli, A. L. Salvia, P. G. Özuyar, & T. Wall (Eds.), Reduced inequalities. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71060-0_72-1

Alzamar, A., & Ponce, J. (2009). Extractivismo y desarrollo: los recursos minerales en México. *Problemas del Desarrollo*, *179*(45), 137-158.

Arámbula, A. (2007). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Cámara de Diputados, LX Legislatura. https://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/spe/SPE-CI-A-24-07.pdf

Arellano, O., & Rendón, J. (2016). La Huella de Plaguicidas en México. Greenpeace México.

Asamblea General de las Naciones Unidas. (1988). Protección del clima mundial para las generaciones presentes y futuras de la humanidad (Resolución 43/53). Naciones Unidas. https://digitallibrary.un.org/record/54234?ln=es&utm_source=chatgpt.com&v=pdf

Banco Mundial. (2024). Emisiones de gases de efecto invernadero totales (KT de equivalente de CO2) - Mexico [Conjunto de datos]. Banco Mundial. https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.GHGT.KT.CE?locations=MX

Bao, Z., & Lu, W. (2023). Applicability of the environmental Kuznets curve to construction waste management: A panel analysis of 27 European economies. Resources, Conservation and Recycling, 188, 106667. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106667

Basurto, D. (2014). Legislación Ambiental Mexicana. Derecho & Sociedad, 42, 193-199. https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoysociedad/article/view/12475

Beşe, E., Swint, H., & Özden, C. (2020). Coal Consumption Environmental Kuznets Curve (EKC) in China and Australia: Evidence from ARDL Model. Journal of Applied Business and Economics, 22(11), 25-36. https://doi.org/10.33423/jabe.v22i11.3731

Carmona, M. (2012). Río + 20: Reflexiones en torno a la institucionalización y gestión de la Procuración de Justicia Ambiental en México. En M. Carmona, M. Hernández & A. Acuña (Coords.), 20 años de procuración de justicia ambiental en México. Un homenaje a la creación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. RU Jurídicas. http://ru.juridicas.unam.mx:80/xmlui/handle/123456789/32892

Chaves, J. (2004). Desarrollo Tecnológico en la Primera Revolución Industrial. Norba. Revista de Historia, 17, 93-109.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2025). Programa Anual de Trabajo de la CONAFOR 2026. CONAFOR. https://www.conafor.gob.mx/transparencia/docs/2026/Programa_Anual_de_Trabajo_CONAFOR_2026.pdf?utm_source=chatgpt.com

Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. (2001). Historia del DDT en América del Norte a 1997: Y presentación del Secretario de Salud de México, 1996. Comisión para la Cooperación Ambiental. https://www.cec.org/publications/history-of-ddt-in-north-america-to-1997/?utm_source=chatgpt.com

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC). (2021). El acuerdo de París. Naciones Unidas. https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris

Costanza, R., D'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P., & Van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature, 387, 253–260. https://doi.org/10.1038/387253a0

Crespo, Patricio (2008). Decisiones ambientales y liberalismo. Quito. Ediciones Abya Yala.

Daly, H. (1996). Beyond growth: The economics of sustainable development. Beacon Press.

De Vengoechea, A. (2012). Las Cumbres de las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático. Friedrich-Ebert-Stiftung.

Díaz, A. (2008). Un análisis económico político para México del Protocolo de Kyoto. Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible, 1(1), 1-20.

Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. Ecological Economics, 49(4), 431-455. DOI:10.1016/j.ecolecon.2004.02.011

Dogan, E., & Turkekul, B.(2016). CO2 emissions, real output, energy consumption, trade, urbanization and financial development: testing the EKC hypothesis for the USA. Environ Science and Pollution Research, 23, 1203–1213 . https://doi.org/10.1007/s11356-015-5323-8

Dossantos, L., & Bengochea, A. (2015, 19-20 de noviembre). *Determinantes de las emisiones de CO2 en los países mediterráneos*. International Conference on Regional Science: Innovation and geographical spillovers: New approaches and Evidence. España. https://old.reunionesdeestudiosregionales.org/Reus2015/htdocs/pdf/p1481.pdf

El Khalidy, S. (2022). *El PIB como Indicador Macroeconómico y sus Limitaciones*. Universidad de Sevilla [Trabajo Fin de Grado, Universidad de Sevilla]. Repositorio Institucional de la Universidad de Sevilla. https://idus.us.es/server/api/core/bitstreams/34c63d05-e753-4740-895c-16b90da3bdf0/content

Estrada, R., & Cevallos, M. (1993). Evolución reciente del derecho ambiental internacional. A-Z Editores, Buenos Aires.

Fanning, A. L., O'Neill, D. W., Hickel, J., & Roux, N. (2022). The social shortfall and ecological overshoot of nations. Nature Sustainability, 5, 23-26. https://doi.org/10.1038/s41893-021-00799-z

Fernández, X., & Abegón, M. (2022). Estocolmo, 1972: Cincuenta años de Derecho internacional del medio ambiente. Revista Catalana De Dret Ambiental, 13(2), 1-11. https://doi.org/10.17345/rcda3462

Galante, A. (2010). Protocolo de Kioto y desarrollo sostenible. Cuadernos De Biodiversidad, 34, 12–17. https://doi.org/10.14198/cdbio.2011.34.03

Garay, I. (2020). Kioto, París y Nueva York. Cumplimiento Normativo de las medidas contra el Cambio Climático. Universidad Pontificia Comillas.

Godínez Montoya, L., Figueroa Hernández, E., & Pérez Soto, F. (2021). El medio ambiente, la pobreza y el crecimiento económico en México, 2003-2017. Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF, 16(2). https://doi.org/10.21919/remef.v16i2.441

Gómez, C. (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): una revisión crítica. Papeles de relaciones ecosociales y cambio global, 140, 107-118.

Grossman, G., & Krueger, A. (1995). Economic Growth and the Environment. The Quarterly Journal of Economics, 110(2), 353-377. https://doi.org/10.2307/2118443

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2013). Ficha informativa del IPCC: ¿Qué es el IPCC?. IPCC. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/04/FS_what_ipcc_es.pdf.

Guijarro, A., Lumbreras, J., & Habert, J., & Guereña, A. (2009) Impacto de los proyectos MDL sobre el desarrollo humano. Análisis de experiencias en Marruecos, Guatemala y México. Intermón Oxfam.

Hoffman, D. (2013). La “Curva de Keeling” y el número más importante para nuestro mundo: 400 ppm. *Fundación Instituto Boliviano de la Montaña*. https://www.cambioclimatico-bolivia.org/pdf/cc-20130520-La_quot_Curva_de_Keeling_quot_y_el_n_uacute_mero_m_aacute_s_importante_para_nuestro_mundo_400_ppm.pdf

Íñigo, J. (2012). Breve Historia de la Revolución Industrial. Ediciones Nowtilus.

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2018a). Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). Gobierno de México. https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/mecanismo-de-desarrollo-limpio-mdl

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2018b). México comprometido ante el mundo contra el cambio climático. Gobierno de México https://www.gob.mx/inecc/prensa/mexico-comprometido-ante-el-mundo-contra-el-cambio-climatico?idiom=es

Jackson, P. (2007). From Stockholm to Kyoto: A Brief History of Climate Change | United Nations. United Nations. https://www.un.org/en/chronicle/article/stockholm-kyoto-brief-history-climate-change

Kochi, I., & Medina, P. (2013). La curva de Kuznets ambiental: una revisión de la literatura empírica. Estudios Económicos, 28(2), 267-301.

Laguna, J. (2010). La gobernanza ambiental internacional y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Revista Mexicana de Política Exterior, 88, 76-106. https://re.sre.gob.mx/rmpe/index.php/rmpe/article/view/672.

Linares, G., & Valera, M. (2022). El origen y evolución de las Conferencias de las Partes (COP) sobre el Cambio Climático. RD-ICUAP, 8(22), 28-41. https://doi.org/10.32399/icuap.rdic.2448-5829.2022.22.678

López-Vallejo Olvera, M. (2014). La agenda ambiental mexicana ante la gobernanza global y regional. Revista de El Colegio de San Luis, 4(7), 102-130. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-899X2014000100006&lng=es&tlng=es.

O'Neill, D., Fanning, A., Lamb, W., & Steinberger, J. (2018). A good life for all within planetary boundaries. Nature Sustainability, 1(2), 88–95. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4

Oliveros, J., Castañeda, N., & Peñaranda, G. (2022). Revolución industrial y su impacto en el medio ambiente. Revista Lumen Gentium, 6(2), 9–20. https://doi.org/10.52525/lg.v6n2a1

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2012). Declaración de Estocolmo. United Nations Audiovisual Library of International Law. https://legal.un.org/avl/pdf/ha/dunche/dunche_ph_s.pdf

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2023). Conferencia sobre el Cambio Climático COP28: lo que hay que saber. Naciones Unidas. https://news.un.org/es/story/2023/11/1525997

Organización de las Naciones Unidas (ONU).(2021) Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, Río de Janeiro, Brasil, 3-14 de junio

de 1992. Naciones Unidas. https://www.un.org/es/conferences/environment/rio1992.

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2021). Día Mundial del Medio Ambiente. UNESCO. https://es.unesco.org/commemorations/environmentday

Ortíz, C., & Gómez, M. (2021). Crecimiento económico y calidad ambiental en América Latina, perspectiva desde Kuznets, 1970-2016. Economía Teoría y Práctica, 55, 17-36. https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/552021/ortiz

Ozone Secretariat. (2016). The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. UN Environment Programme. https://ozone.unep.org/treaties/montreal-protocol

Pata, U., & Yurtkuran, S. (2023). Is the EKC hypothesis valid in the five highly globalized countries of the European Union? An empirical investigation with smooth structural shifts. Environmental Monitoring and Assessment, 195 (1), 17-33. https://doi.org/10.1007/s10661-022-10660-1

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). (2010). CEDOCLA. Gobierno de México. https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/3319/1/mx.wap/cedocla.html

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (1988). Perspectiva Ambiental hasta el año 2000 y más adelante. PNUMA. https://digitallibrary.un.org/record/98332/?v=%5B%27pdf%27%5D&ln=es

Raworth, K. (2017). Doughnut economics: Seven ways to think like a 21st-century economist. Chelsea Green Publishing.

Rivas, M., & Sanabria, C. (2023, 7 y 8 de septiembre). Estimación del Modelo IPAT en El Salvador: análisis de las medidas para afrontar el cambio climático. XVII Foro de Investigadores San José, Costa Rica, 7 y 8 de septiembre de 2023. San José, Costa Rica. https://www.secmca.org/recard/index.php/foro/article/view/218

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., De Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Söderberg, B., Snyder, P. K.,

Costanza, R., Svedin, U., … Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. Nature, 461, 472–475. https://doi.org/10.1038/461472a

Rodríguez, L. (2007). Protocolo de Kyoto: Debate sobre el ambiente y desarrollo en las discusiones sobre Cambio Climático. Gestión y Ambiente, 10(2), 119-128. https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/1417

Romero, F. (2020). La sostenibilidad ambiental como eje transversal de la Agenda 2030. Revista Mexicana de Política Exterior, 118, 210-223.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2015). Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Gobierno de México. https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-naciones-unidas-para-el-medio-ambiente-pnuma

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2017). ¿Qué es la COP sobre cambio climático?. Gobierno de México. https://www.gob.mx/semarnat/articulos/que-es-la-cop-sobre-cambio-climatico.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018). Canadá, Estados Unidos y México renuevan su compromiso a través de un nuevo Acuerdo de Cooperación Ambiental. Gobierno de México. https://www.gob.mx/semarnat/prensa/canada-estados-unidos-y-mexico-renuevan-su-compromiso-con-la-cooperacion-ambiental-de-america-del-norte-a-traves-de-un-nuevo-acuerdo-de-cooperacion-ambiental

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2016). México país megadiverso. Gobierno de México. https://www.gob.mx/semarnat/articulos/mexico-pais-megadiverso-31976

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., De Vries, W., De Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science, 347(6223), 736-747. https://doi.org/10.1126/science.1259855

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S., Fetzer, I., Bennett, E., Biggs, R., Carpenter, S., De Vries, W., de Wit, C., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G., Persson, L., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary

boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science, 347(6223), 736-747. https://doi.org/10.1126/science.1259855

Stern, D. (2004). The Rise and Fall of the Environmental Kuznets Curve. World Development, 32(8), 1419-1439. Doi:10.1016/j.worlddev.2004.03.004

Unión Intencional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN). (1980). Estrategia Mundial para la Conservación. UICN. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/WCS-004-Es.pdf

Vegas, E., & Vegas, W. (2023). De Estocolmo 1972 a Estocolmo 2022: Cincuenta años después. Universidad Peruana de Ciencias e Informática. https://repositorio.upci.edu.pe/handle/upci/807

World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). Our common future. Oxford University Press.

Zilio, M.(2012) Curva de Kuznets ambiental, la validez de sus fundamentos en países en desarrollo. Cuadernos de economía, 35, 43-54.

Zillman, J. (2009). Historia de las actividades en torno al clima. Boletín de la OMM, 58(3), 141-150. https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/3553/1/BolOMM%2058_3-1.pdf

3. CRECIMIENTO ECONÓMICO Y MEDIO AMBIENTE EN MÉXICO: EXPLORANDO LA CURVA DE KUZNETS AMBIENTAL

3.1. Resumen

México, uno de los países con mayor biodiversidad del planeta, enfrenta una paradoja entre el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental. Este estudio examina la relación entre el producto interno bruto (PIB) per cápita, el intercambio comercial per cápita y las emisiones de los tres principales gases de efecto invernadero (GEI) per cápita: dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. Se utiliza la teoría de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) para evaluar si el crecimiento económico en México sigue una trayectoria en la que las emisiones se reducen en etapas avanzadas de crecimiento. A partir de datos del periodo 1990–2022, los resultados muestran que el PIB per cápita está positivamente relacionado con el aumento de emisiones, lo que indica que no se verifica una CKA para el caso mexicano. Sin embargo, se encuentra una relación negativa entre el intercambio comercial per cápita y las emisiones de GEI per cápita, lo que sugiere que una mayor integración comercial puede contribuir a reducir la presión ambiental de manera moderada. En conjunto, los hallazgos indican que, si bien el crecimiento económico ha intensificado las emisiones, el comercio internacional podría desempeñar un papel complementario en la transición hacia un modelo de desarrollo más sostenible.

Palabras clave: gases de efecto invernadero, degradación ambiental, comercio internacional

Manuscrito enviado a la Revista Internacional de Contaminación Ambiental para su consideración y posible publicación.

ECONOMIC GROWTH AND THE ENVIRONMENT IN MEXICO: EXPLORING THE ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE.

3.2. Abstract

Mexico, one of the most biodiverse countries on the planet, faces a paradox between economic growth and environmental sustainability. This study examines the relationship between gross domestic product (GDP) per capita, trade per capita, and per capita emissions of the three main greenhouse gases (GHGs): carbon dioxide, methane, and nitrous oxide. The Environmental Kuznets Curve (EKC) theory is used to assess whether economic growth in Mexico follows a trajectory in which emissions decrease at more advanced stages of development. Using data from the 1990–2022 period, the results show that GDP per capita is positively associated with rising emissions, indicating that an EKC does not hold in the Mexican case. However, a negative relationship is found between trade per capita and GHG emissions per capita, suggesting that greater trade integration may help moderately reduce environmental pressure. Taken together, the findings indicate that while economic growth has intensified emissions, international trade could play a complementary role in the transition toward a more sustainable development model.

Keywords: greenhouse gases, environmental degradation, international trade

3.3. Introducción

A lo largo de la historia, la naturaleza ha constituido la base fundamental del desarrollo humano, al proporcionar los recursos esenciales para la subsistencia y el progreso. No obstante, el aprovechamiento ha estado impulsado por una visión orientada hacia la extracción y el consumo intensivo, que ignora los límites planetarios, derivando en diversas formas de degradación ambiental (Haro y Taddei, 2014).

Este patrón de desarrollo no ha sido ajeno a México, que, a pesar de su vasta riqueza natural enfrenta crecientes presiones sobre sus ecosistemas. Según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2021), la industrialización, la urbanización y el aumento del consumo energético, impulsados por políticas que priorizan el crecimiento económico, han puesto en riesgo su biodiversidad y equilibrio ecológico.

Tal situación ha propiciado un creciente interés por mejorar la relación entre el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental y con el objetivo de encontrar soluciones que permitan un desarrollo económico que no comprometa la salud del medio ambiente, se ha buscado una explicación que ha sido objeto de debates contradictorios a lo largo de los años. Algunos economistas sostienen que el incremento del Producto Interno Bruto (PIB) está inevitablemente ligado al deterioro ambiental, mientras que otros argumentan que el crecimiento puede ser sostenible si se incorporan innovaciones tecnológicas que reduzcan el impacto ecológico (Correa, 2004).

En este debate, la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) ha emergido como una de las teorías más influyentes en la literatura económica ambiental. Propuesta por Grossman y Krueger (1995), esta hipótesis sugiere que, en las primeras etapas del desarrollo económico, el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) per cápita tiende a ir acompañado de una degradación ambiental. Sin embargo, una

vez que los países alcanzan niveles más altos de desarrollo económico, la relación se invierte, y la calidad ambiental comienza a mejorar, a medida que la capacidad económica permite invertir en tecnologías más limpias, mejores políticas ambientales y un mayor acceso a la educación y concienciación pública (Kochi y Medina, 2013).

La presente investigación tiene como objetivo analizar el impacto del crecimiento económico en el medio ambiente en México, partiendo de la hipótesis de que el crecimiento económico en México ha tenido un impacto negativo sobre el medio ambiente en el período estudiado.

3.4. Materiales y métodos

Para llevar a cabo esta investigación, se utilizaron datos estadísticos anuales que abarcan el período de 1990 a 2022, obtenidos del Banco Mundial (2024).

3.4.1. Especificación de las variables.

En el presente estudio se utilizó como variable dependiente la suma de las emisiones per cápita de tres gases de efecto invernadero especificados en el Anexo A del Protocolo de Kioto (1998): dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O), expresadas en kilotoneladas de CO_2 equivalente.

El uso de emisiones per cápita refleja la presión ambiental que cada ciudadano promedio ejerce sobre el entorno a través de sus actividades diarias, especialmente en un contexto donde el consumo de energía, el transporte y la producción agropecuaria son intensivos (SEMARNAT, 2024).

El dióxido de carbono (CO_2) es el gas de efecto invernadero más relevante a nivel global. En México, sus principales fuentes de emisión son la industria energética y el sector de transporte, ambos altamente dependientes de combustibles fósiles. A estas se suman la generación de electricidad y calor, así como la refinación de petróleo. (SEMARNAT, 2018).

El metano (CH_4) es el segundo gas de efecto invernadero más significativo debido a su alto impacto climático. Aunque se libera en cantidades menores que el dióxido de carbono (CO_2), su potencial de calentamiento global es aproximadamente 30 veces mayor (Mar et al., 2022). En el caso de México, las principales fuentes de emisiones de metano incluyen la producción y transporte de carbón, petróleo y gas natural, así como actividades del sector agropecuario y la descomposición de residuos orgánicos en vertederos (SEMARNAT, 2020).

El óxido nitroso (N_2O) es aún más potente, con un potencial de calentamiento 285 veces mayor que el del CO_2. Su principal fuente en el país son actividades de uso de suelo, la ganadería, el tratamiento de aguas residuales y la energía (Lara y Li, 2024).

Como variables independientes se consideraron:

El Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, que representa el valor promedio de la producción por habitante, ayuda a evaluar el desarrollo económico. Esta medida refleja indirectamente la calidad de vida de la población y es fundamental para comprender el progreso económico y el bienestar de un país. (INEGI, 2024)

El intercambio comercial per cápita refleja el grado de integración de una economía en los mercados internacionales, al medir el nivel promedio de exposición y participación de cada individuo en el comercio exterior. Estudios como los de Shahbaz et al. (2012) y Molero et al. (2021) señalan que el comercio internacional puede contribuir a la sostenibilidad ambiental, al promover una asignación más eficiente de los recursos naturales, impulsada por la competencia entre países y la difusión de tecnologías más limpias.

Para esta investigación, el intercambio comercial per cápita se calculó como el cociente entre la suma de las exportaciones e importaciones totales y la Población, de acuerdo con la metodología propuesta por la CEPAL (2008).

3.4.2. Modelo econométrico

Para analizar la relación entre el crecimiento económico y la degradación ambiental en México, se empleó la Curva de Kuznets Ambiental (CKA). Esta se estimó, utilizando la función propuesta por Grossman y Krueger (1995), Stern y Common (2001) y Gómez et al. (2021), expresada como:

$$\ln(E_i) = \beta_0 + \beta_1 \ln(YP_{it}) + \beta_2 \ln(YP^2{}_{it}) + \beta_3 \ln(YP^3{}_{it}) + \beta_3 \ln(X_i) + u_i \quad \textbf{(1)}$$

donde:

$E_i$representa la variable de contaminación ambiental, en este caso, las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O per cápita emitidas en México.

YP es el Producto Interno Bruto per cápita base 2018, utilizado como medida del nivel de crecimiento económico. Se incluye tanto el YP , su cuadrado YP^2, como su cubo YP^3, para capturar la relación no lineal sugerida por la CKA.

X_i denota otras variables explicativas incluidas en el modelo; en esta investigación, dicha variable corresponde al intercambio comercial per cápita.

α_i son los efectos fijos específicos del país i, que capturan factores estructurales, geográficos o institucionales que afectan las emisiones.

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4,$ son los coeficientes para estimar, que reflejan la relación entre el PIB per cápita y las emisiones, así como la influencia del intercambio comercial per cápita sobre estas.

ln es el logaritmo natural.

$u_i$es el término de error.

De acuerdo con Correa (2004) y Godínez et al. (2021), la ecuación planteada anteriormente permite distinguir diferentes formas de relación entre el crecimiento económico y el medio ambiente (**Fig. 3.1**).

1) $\beta_1 > 0 \; y \; \beta_2 = \beta_3 = 0$: representa una relación creciente monótona, en la que a mayores niveles de ingreso corresponden mayores niveles de emisiones.

2) $\beta_1 < 0\ y\ \beta_2 = \beta_3 = 0$: representa una relación decreciente monótona, en la que a mayores niveles de ingreso corresponden a menores niveles de emisiones.
3) $\beta_1 > 0\ y\ \beta_2 < 0\ \beta_3 = 0$: representa una relación cuadrática en forma de U invertida, característica de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA), que sugiere que, altos niveles de ingreso están asociados con menores niveles de emisiones, después de que un cierto nivel de ingreso ha sido alcanzado.
4) $\beta_1 < 0\ y\ \beta_2 > 0\ \beta_3 = 0$: representa una relación cuadrática en forma de U, contraria a la CKA.
5) $\beta_1 > 0\ y\ \beta_2 < 0\ \beta_3 > 0$: representa una relación polinómica cúbica que adopta la forma de N. Esta forma es similar a la de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA), pero con una particularidad: después de una fase de disminución en las emisiones contaminantes, se observa un nuevo incremento cuando se alcanzan niveles muy altos de ingreso.
6) $\beta_1 < 0\ y\ \beta_2 > 0\ \beta_3 < 0$: representa un polinomio cúbico con una trayectoria de N invertida donde los niveles de presión ambiental disminuyen al inicio, luego aumentan y finalmente vuelven a disminuir.
7) $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$: representa una ausencia de relación entre el ingreso y las emisiones, lo que implica que el nivel de ingreso no tiene un efecto sobre la contaminación.

El procedimiento comenzó con la recopilación de datos de las fuentes mencionadas, seguida de la estimación de los coeficientes para evaluar la significancia y magnitud de las relaciones entre las variables, con el fin de verificar la hipótesis de la CKA en el contexto de este estudio.

Como primer paso del análisis, se estimó el modelo con las variables en niveles, se obtuvieron los residuos del modelo y se llevó a cabo la prueba de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentado (ADF) para determinar el orden de integración de las variables, asegurando así que los datos cumplían con los requisitos necesarios para un análisis de cointegración.

La prueba ADF, desarrollada por Dickey y Fuller (1979), es un procedimiento estadístico utilizado para contrastar una tendencia estocástica, es decir, identificar la presencia de una raíz unitaria. La especificación de la prueba ADF se basa en el siguiente modelo propuesto por Gujarati y Porter (2010):

$$\Delta y_t = \alpha + \beta_t + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \delta_i \Delta y_{t-i} + \varepsilon_t$$

Donde:

Δy_t representa la primera diferencia de la serie

α es el término constante

β_t es una tendencia determinista

γ es el coeficiente que permite evaluar la existencia de raíz unitaria

δ_i son los coeficientes de los términos autorregresivos en diferencias

ε_t es un término de error

La hipótesis nula de la prueba es, $H_0: \gamma = 0$ lo que indica la presencia de una raíz unitaria (no estacionariedad), mientras que la alternativa es $H_a: \gamma < 0$, lo que sugiere que la serie es estacionaria.

En caso de que no se rechace la hipótesis nula, la serie se transforma mediante primeras diferencias para eliminar la tendencia estocástica y alcanzar la estacionariedad requerida para un análisis de cointegración robusto (Stock y Watson, 2012).

Una vez que se ha confirmado la estacionariedad de las series mediante la prueba ADF, el siguiente paso es la prueba de cointegración para verificar si existe una relación a largo plazo entre las variables. La cointegración se evaluó utilizando la prueba de Engle y Granger.

Si se encuentra cointegración, se utiliza un modelo de corrección de errores (ECM) para modelar tanto las relaciones a corto como a largo plazo entre las variables. Sin embargo, si no se encuentra cointegración, se utiliza un modelo en

primeras diferencias con Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para hacer estacionarias las series.

3.5. Resultados

Para comenzar el análisis de la relación entre crecimiento económico y degradación ambiental mediante la CKA, se aplicó la prueba de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentada (ADF) para determinar el orden de integración de cada variable (**Cuadro 3.1).**

Los resultados de la prueba Dickey-Fuller Aumentada indican que las variables en niveles, como las emisiones (GEPC), el PIB per cápita (PIBPC) y intercambio comercial per cápita, (ICPC), no son estacionarias, lo que indica que no presentan una media y varianza constantes en niveles.

Sin embargo, al aplicar la prueba ADF a las primeras diferencias de estas variables GEIPC~ I(1), PIBPC~ I(1) y ICPC~ I(1) , los resultados muestran entonces que todas las variables son integradas de orden 1.

Posteriormente, se llevó a cabo la prueba de cointegración de Engle y Granger (**Cuadro 3.2**).

Respecto a lo anterior, los estadísticos obtenidos en la prueba de cointegración de Engle y Granger muestran que se rechaza la hipótesis nula (H_0), que sostiene la inexistencia de una relación de cointegración entre las variables, es decir, las variables se encuentran cointegradas. Esto implica que, aunque las variables puedan presentar fluctuaciones en el corto plazo, mantienen una relación de equilibrio de largo plazo.

Los resultados obtenidos mostraron que el componente cúbico del ingreso (β_3), no resultó estadísticamente significativos en las estimaciones. Esto implica que,

en el contexto mexicano, durante el periodo estudiado, no se encuentra evidencia suficiente para confirmar la existencia de una relación no lineal de tercer grado entre ingreso y emisiones.

En consecuencia, se optó por la especificación de una forma estructural cuadrática. La forma funcional adoptada se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$GEIPC_t = \beta_0 + \beta_1 PIBPC_t + \beta_2 PIBPC_t^2 + \beta_2 ICPC_t + u_i \quad (2)$$

Dónde:

$GEIPC_t$representa la suma de las emisiones de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso per cápita.

$PIBPC_t$, es el producto interno bruto per cápita real.

$PIBPC_t^2$ es el producto interno bruto per cápita real al cuadrado.

$ICPC_t$, corresponde al intercambio comercial per cápita.

u_t, es el término de error.

En el caso de la Ecuación (2), los resultados obtenidos se presentan a continuación:

$$GEIPC = 0.0032 - 1.9353 * 10^{-8}\, PIBPC + 6.1014{*}10^{-14} PIBPC^2 - 2.1219 * 10^{-9}\, IPC$$

$$t.t = (4.0776)\ (-2.0372)\ (2.1714)\ (-7.3671) \quad (3)$$

Los resultados indican que en México no se cumple con la CKA, pues muestran una relación cuadrática en forma de U, en la que las emisiones per cápita disminuyen inicialmente conforme aumenta el ingreso y, después de alcanzar el punto de inflexión (ecuación 4), aproximadamente de 158,595.43 pesos de PIB per cápita, los incrementos adicionales del ingreso se asocian con un aumento de las emisiones una vez superado el punto mínimo estimado.

$$PIBPC = -\frac{1.9353 * 10^{-8}}{2(6.1014 * 10^{-14})} = 158{,}595.43 \quad \textbf{(4)}$$

De acuerdo con los resultados del modelo, el coeficiente estimado para el PIB per cápita fue positivo y estadísticamente significativo al 5% de nivel de confianza (α=0.05), lo que indica que un aumento de un peso en el PIB per cápita en la primera etapa se asocia con una disminución de 0.00000001935 en las emisiones per cápita de gases de efecto invernadero, mientras que, en la segunda etapa, después de158,595.43 pesos mexicanos, un aumento de 1 peso en el PIB per cápita se asocia con un aumento de 0. 00000000000006101 en las emisiones per cápita de gases de efecto invernadero

Por otro lado, el coeficiente correspondiente al intercambio comercial per cápita (ICPC) fue negativo y estadísticamente significativo al 5% de nivel de confianza (α=0.05), indicando que un aumento de un peso en el intercambio comercial per cápita se asocia con una disminución de 0.0000000021219 en las emisiones per cápita, lo cual refleja una relación inversa entre el intercambio comercial y el nivel de emisiones contaminantes.

3.6. Discusión

Los resultados obtenidos permiten precisar el papel que desempeñan el crecimiento económico y el intercambio comercial en la dinámica de las

emisiones per cápita de los tres principales gases de efecto invernadero a nivel mundial (CO_2, CH_4 y N_2O) en el caso de México.

La relación cuadrática en forma de U indica que, durante el período 1990-2022, no se valida la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA). La relación cuadrática en forma de U indica que, durante el período 1990-2022, no se valida la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA). Este hallazgo es consistente con lo reportado por Kaufmann et al. (1998) y Fan y Zheng (2013) quienes sostienen que este cambio puede estar influido por loscambios en los combustibles utilizados y las características de la actividad económica.

Dicho comportamiento refleja una dinámica común en las economías en desarrollo donde, de acuerdo con Medhi (2025), predomina el efecto escala. Este fenómeno implica que el crecimiento económico se sustenta primordialmente en la expansión de sectores productivos intensivos en recursos naturales y energía fósil, lo que genera un aumento en las emisiones que supera las mejoras marginales en la eficiencia técnica.

Bajo esta lógica, Rentería et al. (2016) y Godínez et al. (2021), señalan que, en economías en desarrollo, aún no se alcanza el umbral de ingreso necesario para que el crecimiento económico genere beneficios ambientales tangibles.

En la misma línea, Herrera y Terán (2024) argumentan que México aún no ha logrado consolidarse como una economía plenamente desarrollada, debido a que su crecimiento económico ha sido limitado, con una tasa promedio inferior al 2% anual durante la última década. Este ritmo de expansión no solo está por debajo del umbral propuesto en la meta 8.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la cual plantea un crecimiento económico per cápita sostenido de al menos un 7% anual en los países en desarrollo (CEPAL, 2018), sino que además resulta insuficiente para alcanzar el nivel de ingreso necesario que permita al país iniciar la fase descendente de la Curva de Kuznets Ambiental.

En contraste con el PIB per cápita, la variable de intercambio comercial per cápita presentó un coeficiente negativo y estadísticamente significativo, aunque de magnitud moderada.

Este resultado sugiere que el comercio internacional actúa como un mecanismo que contribuye a moderar la intensidad de las emisiones en el país. En lugar de ser un efecto colateral, como en el caso de China donde el intercambio comercial ha favorecido el traslado de industrias sucias (Huang et al., 2023), la evidencia indica que la integración en los mercados globales ha facilitado una transición hacia procesos más eficientes.

Dicho hallazgo se explica a través de la hipótesis del halo, la cual plantea que el intercambio comercial expone a los países a regulaciones internacionales más estrictas y a estándares ambientales elevados de sus socios comerciales desarrollados, generando así una presión indirecta que impulsa mejoras en las políticas y prácticas ambientales locales (OMC, 2022).

En el contexto mexicano, este efecto se ve potenciado por el marco del T-MEC; como señalan la CONUEE (2020), la convergencia regulatoria obligatoria genera una presión institucional que incentiva a las firmas a reducir su huella de carbono para permanecer competitivas. Por lo tanto, el coeficiente negativo del intercambio comercial hallado en este estudio es el reflejo de una economía que, a través de sus vínculos externos, está adoptando estándares de eficiencia que mitigan el impacto del crecimiento del PIB.

Esta reconfiguración estructural impulsada por el comercio internacional puede observarse en sectores específicos como el textil. De acuerdo con Brañez et al. (2018), esta industria es una de las más contaminantes a nivel mundial por su elevado uso de energía y químicos. Sin embargo, datos del INEGI (2024) muestran que desde 2006 la balanza comercial de productos textiles en México ha sido deficitaria, debido principalmente a las importaciones provenientes de China. Esto quiere decir que, el intercambio comercial ha permitido desplazar la producción de bienes de alta intensidad contaminante hacia el exterior, contribuyendo así a la reducción de emisiones locales asociadas a este sector.

En suma, si bien el crecimiento económico en México continúa vinculado a un aumento en las emisiones en el corto plazo, el intercambio comercial actúa como un mecanismo atenuante. La evidencia sugiere que el comercio internacional favorece una transición hacia la sostenibilidad, ya sea mediante la adopción de tecnologías limpias o la reconfiguración hacia actividades menos intensivas en carbono. No obstante, estos efectos positivos aún no son lo suficientemente robustos para contrarrestar por completo el impacto negativo del efecto escala del crecimiento económico.

Los resultados obtenidos en este análisis ofrecen una visión más precisa sobre la manera en que el crecimiento económico y el intercambio comercial inciden en las emisiones per cápita de los tres principales gases de efecto invernadero a nivel mundial (CO_2, CH_4 y N_2O) en el caso de México. Este enfoque permite comprender la magnitud del impacto de estas variables sobre la contaminación.

La ausencia de significancia en los componentes no lineales del ingreso indica que, para el caso mexicano durante el período analizado, no se identificó un punto de inflexión en la degradación ambiental. Este hallazgo se explica con lo señalado por Correa et al. (2005), quienes argumentan que la forma de U invertida postulada por la hipótesis de la Curva de Kuznets Ambiental no se presenta en todos los países, ya que su manifestación depende de una variedad de factores contextuales, entre ellos las condiciones socioeconómicas y demográficas, el nivel de ingreso nacional y la ubicación geográfica.

Frente a esta limitación, se optó por una especificación de tipo lineal, que permitió identificar relaciones monótonas entre las variables. Los resultados muestran que el crecimiento del PIB per cápita en México está positivamente relacionado con el incremento de las emisiones per cápita de los principales GEI, como el CO_2, el CH_4 y el N_2O.

Este comportamiento puede atribuirse al hecho de que México aún no ha logrado consolidarse como una economía plenamente desarrollada. Como señalan Herrera y Terán (2024), el crecimiento económico del país ha sido limitado y volátil, con una tasa promedio inferior al 1 % anual entre 1990 y 2022. Este ritmo

de expansión no solo se encuentra por debajo del umbral establecido en la meta 8.1 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que propone un crecimiento sostenido del PIB per cápita de al menos 7 % anual en los países en desarrollo (CEPAL, 2018a), sino que además resulta insuficiente para alcanzar el nivel de ingreso requerido para transitar hacia la fase descendente de la Curva de Kuznets Ambiental.

Además, los resultados reflejan una dinámica común en muchas economías en vías de desarrollo, donde el crecimiento económico sigue apoyándose en sectores productivos intensivos en el uso de recursos naturales y con elevados niveles de emisiones contaminantes. Esta tendencia ha sido documentada por Rentería et al. (2016) y Godínez et al. (2021), quienes señalan que, en economías en desarrollo, aún no se alcanza el umbral de ingreso necesario para que el crecimiento económico genere beneficios ambientales tangibles.

De manera concordante, Pinilla et al. (2018) encontraron que en la mayoría de los países latinoamericanos no se cumple la hipótesis de la CKA, lo que implica que el crecimiento económico en dichos países no necesariamente conduce a una reducción en las emisiones contaminantes

Además, la CEPAL (2018b) destaca que, a pesar de la baja contribución histórica de América Latina a las emisiones globales, es particularmente vulnerable a los efectos negativos del cambio climático. Por lo que subraya la necesidad de transitar hacia un desarrollo sostenible que combine crecimiento económico con una reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero.

En contraste con el PIB per cápita, la variable de intercambio comercial per cápita presentó un coeficiente negativo y estadísticamente significativo, aunque de magnitud moderada. Este resultado sugiere que un mayor intercambio comercial per cápita en México podría estar asociada con una leve reducción en las emisiones per cápita de gases de efecto invernadero . También podría interpretarse como evidencia de que una mayor participación en el comercio podría estar vinculada a la adopción de tecnologías más limpias o a cambios

estructurales en la economía que reducen la intensidad contaminante de las actividades productivas.

Este hallazgo puede relacionarse con la hipótesis del halo, la cual plantea que el intercambio comercial expone a los países a regulaciones internacionales más estrictas y a estándares ambientales elevados de sus socios comerciales desarrollados, generando así una presión indirecta que impulsa mejoras en las políticas y prácticas ambientales locales (OMC, 2022).

Lo anterior puede observarse en el Acuerdo en Materia de Cooperación Ambiental (ACAAN), establecido junto con la entrada en vigor del T-MEC en 2020. A través de este acuerdo, México asumió compromisos ambientales más estrictos, incluyendo la obligación de hacer cumplir su legislación en la materia, la prevención y reducción de la basura marina, y la prohibición del comercio de productos que afecten la biodiversidad (CONUEE, 2020).

Un ejemplo concreto de los efectos del comercio en México puede observarse en el sector textil. De acuerdo con Brañez et al. (2018), la producción textil es una de las industrias más contaminantes a nivel mundial, debido a su elevado consumo de agua, energía y al uso intensivo de reactivos químicos.

Sin embargo, datos del INEGI (2024) muestran que desde 2006 la balanza comercial de productos textiles en México ha sido negativa, con un déficit aproximado de 4 millones de dólares, principalmente debido a importaciones provenientes de China. Esta disminución en la producción textil nacional podría estar contribuyendo a una reducción en las emisiones contaminantes asociadas a esta industria.

Todo lo anterior sugiere que, si bien el crecimiento económico en México continúa asociado a un aumento en las emisiones contaminantes en el corto plazo, el intercambio comercial podría estar actuando como un mecanismo atenuante, aunque con un efecto aún limitado.

Cabe señalar que la evidencia empírica sobre los efectos del comercio en el medio ambiente no es concluyente, pues generar efectos tanto positivos como

negativos. Por ejemplo, Antweiler, Copeland y Taylor (2001) proponen que el comercio puede reducir la contaminación si facilita el acceso a tecnologías más limpias y promueve la especialización en sectores menos intensivos en emisiones.

Por otro lado, Copeland y Taylor (2004) argumentan que los efectos del comercio sobre el medio ambiente dependen de la estructura de producción, la regulación ambiental doméstica, el cumplimiento de compromisos ambientales adquiridos en acuerdos internacionales, y el nivel de desarrollo económico. No obstante, estos efectos positivos del comercio en México aún no son lo suficientemente robustos como para contrarrestar por completo los impactos negativos del crecimiento económico sobre el ambiente.

3.7. Conclusiones

El análisis de la relación entre el crecimiento económico y la degradación ambiental en México ha permitido comprobar la inexistencia de la Curva de Kuznets Medioambiental para las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) durante el período analizado.

La falta de significancia estadística en los términos cúbicos en el modelo impide confirmar la forma de N propuesta por la CKA.

En cambio, la relación cuadrática estimada entre el ingreso per cápita y las emisiones per cápita resultó estadísticamente significativa. Los resultados indican que, en una primera etapa, el crecimiento económico se asocia con una reducción de las emisiones; sin embargo, a partir de cierto nivel de ingreso, esta relación cambia y los aumentos del PIB per cápita se relacionan con un incremento de las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O.

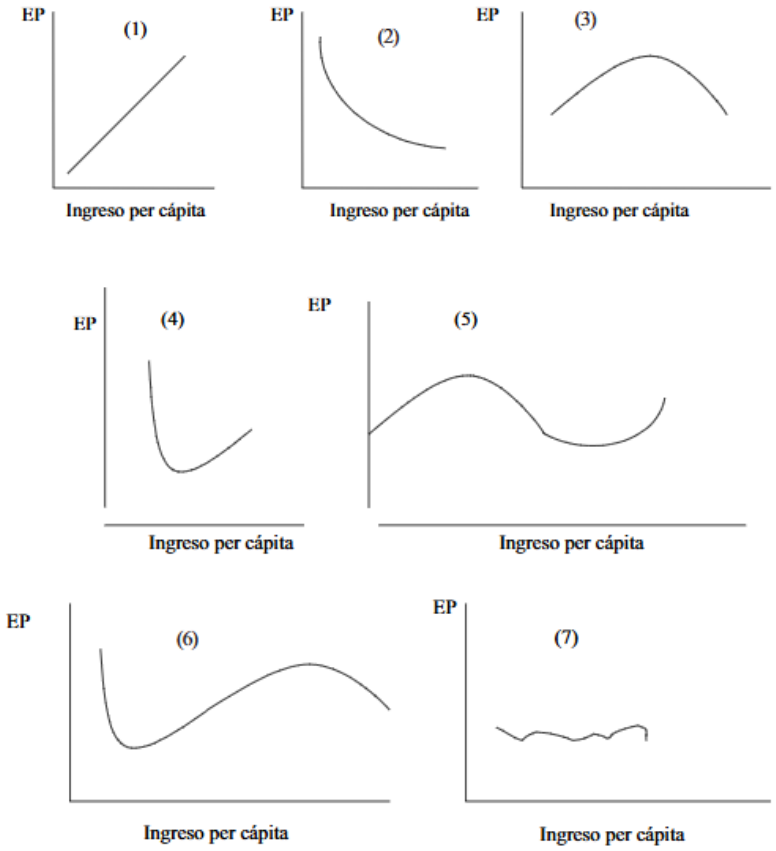
Este hallazgo sugiere que el modelo de crecimiento económico predominante en México continúa sustentándose en sectores intensivos en recursos y emisiones, lo cual representa un desafío importante para la sostenibilidad ambiental en el país.

Por otro lado, el intercambio comercial per cápita mostró una relación inversa con las emisiones, aunque de magnitud moderada. Este resultado respalda la hipótesis del “halo”, según la cual el comercio internacional puede ejercer una influencia positiva en la reducción de la contaminación mediante la adopción de estándares ambientales más estrictos y la transformación estructural de sectores productivos. Sin embargo, los efectos atenuantes del comercio aún no son suficientes para compensar el impacto ambiental del crecimiento económico.

Todo lo anterior sugiere que existe una necesidad de replantear la trayectoria del desarrollo económico en México hacia una vía más sostenible, mediante políticas públicas que integren criterios ambientales en la planificación económica y promuevan una transición hacia sectores menos intensivos en emisiones.

Asimismo, se requiere aprovechar de manera más decidida los mecanismos derivados de los acuerdos comerciales para fortalecer el cumplimiento de compromisos ambientales y fomentar la adopción de tecnologías más limpias.

3.8. Cuadros y figuras



Fuente: Correa (2004).

Figura 3.1 Comportamientos posibles entre presión ambiental y PIB per cápita

Cuadro 3.1 Prueba Dickey Fuller Aumentada (ADF)

Variable	τ
D(GEIPC)	-6.07
D (PIBPC)	-5.76
D (ICPC)	-4.32

$$\tau(10\%) = -1.62$$

Fuente: Elaboración propia en Eviews 10 con datos del Banco Mundial (2024).

Cuadro 3.2 Test de cointegración

Combinación de variables	τ	p-valor
$GEIPC -$ PIBPC	-3.79	0.0004
$GEIPC -$ ICPC	-5.12	0.0000

$$\tau(10\%) = -1.62$$

Fuente: Elaboración propia en Eviews 10 con datos del Banco Mundial (2024).

3.9. Referencias

Antweiler, W., Copeland, B. R. y Taylor, M. S. (2001). *Is free trade good for the environment?* American Economic Review 91(4), 877–908. https://doi.org/10.1257/aer.91.4.877

Banco Mundial. (2024).México|Data..Base de datos [en línea]. https://datos.bancomundial.org/indicator/EN.ATM.CO2E.PC?locations=MX 02/02/2024

Brañez, M., Guitiérrez, R, Pérez, R., Uribe, C. y Valle, P. (2018). Contaminación de los ambientes acuáticos generados por la industria textil. Campus 23 (26), 129-144. https://doi.org/10.24265/campus.2018.v23n26.03

CEPAL. (2008). Indicadores de Comercio Exterior y Política Comercial: Mediciones de Posición y Dinamismo Comercial. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile, 43 pp.

CEPAL (2018a). La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile, 90 pp.

CEPAL. (2018b). La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile, 59 pp.

CONUEE (2020). El nuevo Acuerdo en Materia de Cooperación Ambiental del T-MEC perfila continuidad a los trabajos CONUEE-CCA. Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía [en líena]. https://www.gob.mx/conuee/articulos/el-nuevo-acuerdo-en-materia-de-cooperacion-ambiental-del-tmec-perfila-continuidad-a-los-trabajos-conuee-cca 26/06/2025

Copeland, B. R. y Taylor, M. S. (2004). *Trade, growth, and the environment*. Journal of Economic Literature 42(1), 7–71. https://doi.org/10.1257/002205104773558047

Correa, F. (2004). Crecimiento económico y medio ambiente: una revisión analítica de la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets. Semestre Económico 7(14), 74-104.

Correa, F., Vasco, A.F. y Pérez, C. (2005). La curva medioambiental de Kuznets: evidencia empírica para Colombia. Semestre Económico 8(15), 13-30.

Dickey, D. y Fuller, Wayne. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. Journal of the American Statistical Association 74 (366), 427-431. https://doi.org/10.2307/2286348

Godínez, L., Figueroa, E. y Pérez , F. (2021). El medio ambiente, la pobreza y el crecimiento económico en México, 2003-2017. Revista Mexicana de Economía y Finanzas 16(2), 1-20. https://doi.org/10.21919/remef.v16i2.441

Gómez, C.F., Cerquera, O.H. y Acero,E.F. (2021). La curva medioambiental de Kuznets y el crecimiento económico sostenible en Colombia. Apuntes del Cenes 40(71), 165-188. https://doi.org/10.19053/01203053.v40.n71.2021.11387

Grossman, G. M. y Krueger, A. B. (1995). Economic Growth and the Environment. The Quarterly Journal of Economics 110(2), 353–377. https://doi.org/10.2307/2118443

Gujarati, D. N. y Porter, D. C. (2010). Econometría. 5.ª ed, McGraw-Hill Interamericana, Ciudad de México, México, 921 pp.

Haro, A.A. y Taddei, I.C. (2014). Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración ambiental. Economía, sociedad y territorio 14 (46), 743-767. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-84212014000300007&lng=es&tlng=es.

Herrera, A.Y. y Terán, B.M. (2024). México: una economía acoplada a su degradación y sus costos ambientales de 2003 a 2020. Regiones y Desarrollo Sustentable 24 (45), 1-25. https://doi.org/10.63042/ybyrha30

INEGI. (2024). La industria textil y de la confección. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, México, 53 pp.

Lara, M.A. y Li, J.J. (2024). Méxgico: Emisiones y fuentes de los gases de efecto invernadero. BBVA Research [en línea]. https://www.bbvaresearch.com/publicaciones/mexico-emisiones-y-fuentes-de-los-gases-de-efecto-invernadero/ 29/09/2024

Mar,K.A, Unger, C., Walderdorff. L y Butler, T. (2022). Beyond CO2 equivalence: The impacts of methane on climate, ecosystems, and health. Environmental Science & Policy 134, 127-136. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.03.027

Kochi, I. y Medina, P.C.(2013). Beyond the Environmental Kuznets Curve: Understanding the Determinants of Environmental Degradation in Mexico. Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades 22(43-1), 52-83. https://doi.org/10.20983/noesis.2013.1.2

Molero, L., Andino, T., Párraga, M., Álava, H. y Bejarano, H. (2021). Curva de Kuznets Ambiental y determinantes de las emisiones de C02 en Ecuador: un enfoque de cointegración. South Florida Journal of Development 2(5), 6453-6474. https://doi.org/10.46932/sfjdv2n5-014

OMC (2022). Informe sobre el Comercio Mundial 2022: Cambio climático y comercio internacional. Organización Mundial de Comercio. Ginebra, Suiza, 168 pp.

Pinilla, M., Díaz, C. y Sánchez, E. E. (2018). Crecimiento económico y emisiones de CO_2 en América Latina, 1990–2015. *Semestre Económico* 21(49), 41–55. https://doi.org/10.22395/seec.v21n49a2

Rentería, V., Toledo, E., Bravo, D. y Ochoa, D. (2016). Relación entre Emisiones Contaminantes, Crecimiento Económico y Consumo de Energía. El caso de Ecuador 1971-2010. Revista Politécnica 38(1).

Shahbaz, M., Lean, H.H. y Shabbir, M.S. (2012). Environmental Kuznets curve hypothesis in Pakistan: cointegration and Granger Causality. Renewable Sustainable Energy Review 16(5), 2947-2953. https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.015

SEMARNAT (2018). Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 1990-2015. Secretaría de Medio Ambiente y

Recursos Naturales [en línea]. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Mexico-NC6-BUR2-1-NIR_INEGYCEI%201990%20a%202015%20A_0.pdf 10/01/2025

SEMARNAT (2020). Informe de Resultados del Registro Nacional de Emisiones 2015 – 2018. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [en línea]. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/776803/informe_rene_emisiones_2015-2018.pdf 12/02/2025

SEMARNAT (2021). Producción y consumo sustentable. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [en línea]. https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-informacion-ambiental-y-de-recursos-naturales 07/02/2025

SEMARNAT (2024). Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales . [en línea]. https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-informacion-ambiental-y-de-recursos-naturales 10/01/2025

Stern, D. y Common, M. (2001). Is there An Environmental Kuznets Curve For Sulphur? Journal of Environmental Economics and Management 41, 162-178. https://doi.org/10.1006/jeem.2000.1132

Stock, J. H y Watson, M. W. (2012). Introducción a la econometría.3a ed, Pearson Educación, Madrid, España, 600 pp.

4. MÁS ALLÁ DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO: LA ECONOMÍA DE LA DONA EN MÉXICO

4.1. Resumen

Durante las últimas décadas el Producto Interno Bruto ha sido el principal indicador del crecimiento económico; sin embargo, no refleja los impactos ambientales de la actividad económica. En contraste, la Economía de la Dona propone analizar, de manera conjunta, el bienestar social y los límites ecológicos. Bajo este enfoque, el presente estudio busca analizar su relación en tres estados de México con distintos niveles de desarrollo: Nuevo León, Puebla y Chiapas, así como su proximidad al espacio seguro y justo. Para ello se analizaron ocho indicadores sociales y cuatro indicadores ambientales correspondientes al año 2020, contrastados con umbrales de referencia mediante el cálculo de distancias euclidianas. Los resultados muestran que ninguna de las entidades logra situarse dentro del espacio seguro y justo, aunque con resultados distintos. Nuevo León presentó el mayor cumplimiento del piso social, pero también el mayor excedente climático, asociado a una estructura económica intensiva en carbono. Puebla mostró limitaciones para transformar el crecimiento económico en desarrollo inclusivo, mientras que Chiapas registró los mayores rezagos sociales acompañados de presiones sobre el ambiente. Estos resultados evidencian que el crecimiento económico no garantiza trayectorias sostenibles de bienestar y que su relación con la sostenibilidad varía entre territorios.

Palabras Clave: Bienestar social, desarrollo sostenible, limites planetarios, presión ambiental.

Manuscrito enviado a la revista Sociedad y Ambiente para su consideración y posible publicación.

BEYOND ECONOMIC GROWTH: THE DOUGHNUT ECONOMICS IN MEXICO

4.2. Abstract

During the last decades, Gross Domestic Product has been the main indicator of economic growth; however, it does not reflect the environmental impacts of economic activity. In contrast, Doughnut Economics proposes analyzing social well-being and ecological limits jointly. Under this approach, the present study seeks to analyze their relationship in three states of Mexico with different levels of development: Nuevo León, Puebla, and Chiapas, as well as their proximity to the safe and just space. For this purpose, eight social indicators and four environmental indicators corresponding to the year 2020 were analyzed and contrasted with reference thresholds through the calculation of Euclidean distances. The results show that none of the entities manages to be located within the safe and just space, although with different results. Nuevo León presented the highest fulfillment of the social floor, but also the highest climate overshoot, associated with a carbon-intensive economic structure. Puebla showed limitations in transforming economic growth into inclusive development, while Chiapas registered the greatest social lags accompanied by pressures on the environment. These results demonstrate that economic growth does not guarantee sustainable trajectories of well-being and that its relationship with sustainability varies across territories.

Keywords: Social well-being, sustainable development, planetary boundaries, environmental pressure.

4.3. Introducción

Durante las últimas décadas, el Producto Interno Bruto (PIB) ha sido el indicador más utilizado para medir el crecimiento económico de los países. Sin embargo, su capacidad para reflejar el desarrollo es limitada, ya que no incorpora la depreciación del capital natural, humano y social. Como consecuencia, un incremento del PIB puede generar deterioro ambiental o pérdida de bienestar que este indicador no logra captar (Managi et al., 2024). En un contexto que se caracteriza por una crisis climática y desigualdades socioeconómicas, el crecimiento económico, por sí solo, no garantiza preservación de los sistemas naturales que sustentan la actividad productiva (Olivares, 2021).

Dicha situación ha impulsado el desarrollo de otros enfoques que incorporan las dimensiones económica, social y ambiental del desarrollo. Entre estas propuestas destaca la Economía de la Dona, planteada por Raworth (2017), cuya principal fortaleza radica en su capacidad para aplicarse a diferentes escalas de análisis.

El modelo, establece una base social compuesta por doce dimensiones del bienestar humano, que definen los umbrales mínimos que una sociedad debe garantizar para evitar privaciones de una vida digna y se encuentran estrechamente relacionadas con la Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (CEPAL, 2016).

La Economía de la Dona, según explica Dragicevic (2024) mantiene una relación con los principios de la sostenibilidad fuerte y el concepto de límites planetarios. Ambos enfoques sostienen que el medio ambiente está sujeto a límites biofísicos que no pueden ser sustituidos indefinidamente mediante crecimiento económico, innovación tecnológica o acumulación de capital. Desde esta perspectiva, la presión excesiva sobre los sistemas ecológicos puede provocar alteraciones ambientales de gran escala capaces de comprometer la estabilidad y resiliencia del sistema terrestre.

Basado en lo anterior, el modelo incorpora un techo ecológico basado en los límites planetarios, que representan las fronteras biofísicas que no deben ser

sobrepasadas para mantener la estabilidad del sistema, sin embargo, Richardson et al. (2023) advierten que seis de los nueve límites planetarios ya han sido rebasados, lo que sugiere que la humanidad se encuentra fuera del “espacio seguro”.

Aunque estos límites fueron planteados a escala global, sus efectos y las presiones que los generan no se distribuyen de manera homogénea entre los territorios. Por esta razón, es necesario examinar cómo estas dinámicas se expresan en los ámbitos nacional y estatal, donde las condiciones económicas, sociales y ambientales varían entre los distintos territorios.

En México, estas diferencias se observan entre las distintas regiones del país. Mientras que los estados del norte y del centro registran mejores indicadores de desarrollo económico y social, gran parte de los estados del sur continúa presentando altos niveles de pobreza multidimensional y limitaciones en el acceso a servicios públicos.

Aunque el enfoque de la Economía de la Dona ha sido aplicado principalmente a escalas nacionales e internacionales (Turner y Willis, 2022; Acosta, 2022) existe todavía evidencia limitada sobre su aplicación a contextos estatales en países caracterizados por fuertes desigualdades territoriales. México constituye un caso particularmente relevante debido a la coexistencia de entidades con estructuras productivas, niveles de ingreso y condiciones socioambientales diferentes.

Debido a lo anterior, el presente artículo analiza la viabilidad del modelo de la Dona en tres entidades federativas mexicanas: Nuevo León, Puebla y Chiapas. El objetivo es evaluar en qué medida entidades con distintos niveles de desarrollo económico se aproximan al espacio seguro y justo. Asimismo, examinar si mayores niveles de desarrollo se traducen en mejoras del bienestar o, por el contrario, en una intensificación de las presiones sobre los sistemas ambientales.

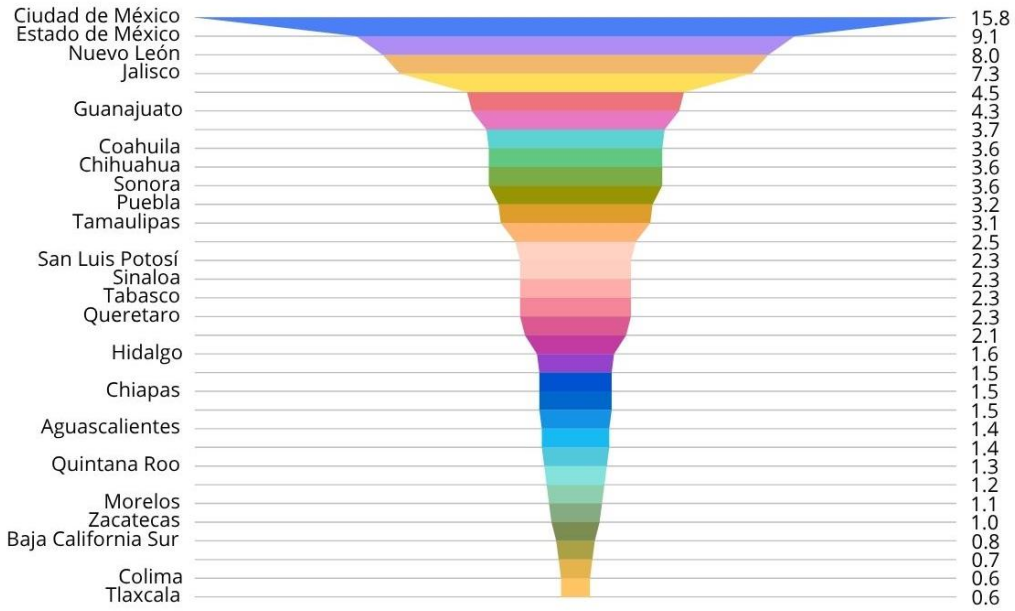
La hipótesis planteada es que las entidades con mayores niveles de desarrollo económico presentan mejores condiciones en las dimensiones sociales evaluadas, aunque pueden estar asociadas con mayores niveles de

presión ambiental. Por otra parte, se espera que las entidades con menores niveles de desarrollo económico tiendan a presentar menores avances en el cumplimiento del piso social y menores presiones ambientales.

4.4. Metodología

Para llevar a cabo esta investigación se utilizaron indicadores socioeconómicos y ambientales, descritos más adelante, con el objetivo de evaluar la relación entre bienestar social y presión ecológica en las distintas entidades federativas de México.

El análisis se aplicó a tres entidades federativas que representan distintos niveles de desarrollo socioeconómico dentro del país: Nuevo León, Puebla y Chiapas (Fig. 1). La selección de estos casos permite capturar la heterogeneidad territorial del desarrollo en México, caracterizado por importantes brechas regionales en términos de ingreso, bienestar y acceso a servicios básicos.



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI (2021b)

Figura 4.1 Producto interno bruto 2020 (millones de pesos)

Según INEGI (2021b) Nuevo León destaca por su elevada contribución al Producto Interno Bruto (PIB) nacional, lo cual es consistente con su alta concentración de actividades industriales y de servicios de mayor valor agregado. Esta entidad se ubica de manera recurrente entre las de mayor participación en el PIB nacional. En contraste, Puebla presenta una contribución intermedia, ya que, aunque forma parte del grupo de entidades con mayor aportación al PIB, su peso relativo es menor y refleja una estructura productiva más diversificada, donde coexisten sectores industriales relevantes con actividades de menor productividad.

Por último, Chiapas registra una participación significativamente menor en el PIB nacional, ubicándose en posiciones rezagadas dentro del conjunto de entidades federativas.

4.4.1. Base social

El modelo de la Economía de la Dona propone una base social compuesta por 12 dimensiones[5] fundamentales del bienestar humano, que representan los umbrales mínimos necesarios para evitar situaciones de privación.

Estas dimensiones, como se muestra en la Figura 2, incluyen alimentación, salud, educación, ingreso y trabajo, agua, saneamiento, energía, vivienda, equidad de género, equidad social, voz política y paz y justicia, las cuales reflejan condiciones básicas para garantizar una vida digna (Raworth, 2025).

[5] En este estudio la palabra dimensión se refiere a los ámbitos del bienestar humano que integran la base social del modelo de la Economía de la Dona, según Raworth, (2017).



Fuente: Elaboración basada en Raworth (2025)

Figura 4.2 Modelo de la dona: límites sociales y ecológicos.

Si bien el modelo original de la Economía de la Dona considera doce dimensiones sociales, su aplicación a nivel estatal requirió ajustarse a la disponibilidad de información estadística de los territorios. Por ello, para este estudio se seleccionaron ocho dimensiones (Cuadro 4.1) correspondientes al año 2020, que permiten realizar comparaciones entre las entidades federativas a partir de información disponible en CONEVAL (2020), INEGI (2021a) y SEMARNAT (2021).

Cuadro 4.1. Dimensiones sociales

Dimensión	Indicador
Ingreso	Porcentaje de población en situación de pobreza
Educación	Años promedio de escolaridad
Salud	Porcentaje de población afiliada a un servicio de salud
Energía	Porcentaje de viviendas con electricidad
Agua	Porcentaje de viviendas con agua entubada
Saneamiento	Porcentaje de viviendas con acceso al drenaje
Empleo	Tasa de ocupación
Equidad	Indice de Gini

Fuente: elaboración propia.

Techo ecológico

El techo ecológico se construyó a partir del marco de límites planetarios desarrollado por Steffen et al. (2015). Este enfoque identifica los procesos biofísicos del sistema terrestre que no deben ser sobrepasados para mantener la estabilidad ambiental global. Debido a que estos límites fueron establecidos originalmente a escala planetaria, su aplicación a nivel territorial implicó la selección de indicadores que permitieran aproximar las presiones ambientales generadas en cada entidad.

Se seleccionaron indicadores asociados a cuatro procesos biofísicos: cambio climático, uso de agua dulce, ciclo del nitrógeno y cambio en el uso del suelo. Estos indicadores fueron seleccionados considerando la disponibilidad de información estadística a nivel estatal y la posibilidad de realizar comparaciones entre Nuevo León, Puebla y Chiapas para el año 2020. Los datos fueron obtenidos de CONAGUA (2022), DGSIAP (2026), SNIEG (2026), SEMAHN (2022) y SMADSOT – CAME – SEMARNAT (2023).

Cuadro 4.2. Techo ecológico

Proceso Biofísico	Indicador
Cambio Climático	Emisiones de CO_2 per cápita
Uso De Agua Fresca	Extracción de agua dulce per cápita
Ciclo Del Nitrógeno	Emisiones de NOx per cápita
Uso Del Suelo	Superficie agrícola

Fuente: elaboración propia.

Para evaluar las entidades federativas dentro del marco de la Economía de la Dona se compararon los valores observados de cada indicador con un umbral de referencia, el cual representa el nivel mínimo de bienestar social o el límite ecológico sostenible.

Para comenzar el análisis se establecieron los umbrales que delimitan el espacio seguro y justo para el desarrollo humano, distinguiendo entre un piso social mínimo y un techo ecológico máximo.

A partir de esta delimitación, se procedió a la selección de indicadores para cada dimensión. En el caso del piso social, se consideraron variables asociadas a las principales dimensiones del bienestar humano, alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Cuadro 4.3).

Siguiendo O'Neill et al. (2018), ingreso y empleo se tratan como dimensiones distintas del bienestar, pues mientras el empleo refleja la inserción en el mercado laboral, el ingreso representa el resultado distributivo de dicha inserción.

Además, según la OCDE (2024), en economías con alta informalidad, como es el caso de México, el empleo suele estar asociado a bajos ingresos y mayor vulnerabilidad, reforzando la necesidad de distinguir ambas dimensiones.

En este contexto el uso de la pobreza resulta más adecuado que el PIB, ya que, como señalan Stiglitz, et al. (2009), las medidas basadas en producción

no reflejan la distribución del ingreso ni las condiciones de bienestar de la población. Por el contrario, la pobreza permite capturar la insuficiencia de recursos a nivel de los hogares y, por tanto, las restricciones reales en la satisfacción de necesidades básicas.

Cuadro 4.3 Umbrales establecidos por indicador

Dimensión	Indicador	Umbral Establecido	Referencia
Piso Social			
Ingreso	Población en pobreza	0%	ODS 1
Educación	Años promedio de escolaridad	9 años	ODS 4
Energía	Viviendas con electricidad	≥ 95% de cobertura	O'Neil et al. (2018)
Agua	Viviendas con agua entubada	100% de cobertura	ODS 6
Saneamiento	Viviendas con drenaje	≥ 95% de cobertura	O'Neil et al. (2018)
Empleo	Tasa de ocupación	≥ 94%	O'Neil et al. (2018)
Equidad	Índice de Gini	≤ 0.3	O'Neil et al. (2018)
Salud	Afiliación a servicios de salud	100% de cobertura	ODS 3.8
Proceso Biofísico	**Indicador**	**Límite Establecido**	**Referencia**
Techo Ecológico			
Cambio Climático	Emisiones de CO_2	2 tCO_2 per cápita	Gobierno de la República (2013)
Uso De Agua Dulce	Extracción de agua	585 m^3 per cápita	Nykvist et al. (2013)
Ciclo Del Nitrógeno	Emisiones de nitrógeno	5 kg per cápita	Nykvist et al. (2013)
Cambio De Uso De Suelo	Superficie agrícola	0.3 ha per cápita	Nykvist et al. (2013)

Nota. ODS = Objetivos de Desarrollo Sostenible obtenidos de la Asamblea General de las Naciones Unidas (2015).
Fuente: elaboración propia

Los indicadores ambientales se seleccionaron con base en el marco de límites planetarios propuesto por Rockström et al. (2009) y representan aproximaciones a los procesos biofísicos que lo conforman. Para su

adaptación a escala estatal, se siguió el enfoque desarrollado por Nykvist et al. (2013), quienes proponen la utilización de indicadores disponibles para aproximar las variables originales y facilitar la evaluación de los límites planetarios en diferentes escalas territoriales.

No obstante, se reconoce que estos indicadores son aproximaciones a los procesos biofísicos y presentan limitaciones. En particular, la extracción de agua dulce per cápita se empleó como indicador de la presión ejercida sobre el recurso hídrico en concordancia con Steffen et al. (2015) quienes utilizan una tasa de extracción con el fin de incorporar las condiciones hidrológicas locales.

Las emisiones de CO_2 per cápita se utilizaron como indicador de la presión asociada al cambio climático, tomando como referencia un límite de 2 tCO_2 per cápita, el cual representa una aproximación del nivel máximo promedio de emisiones compatible con el objetivo internacional de limitar el aumento de la temperatura global a 2 °C.

Asimismo, la superficie agrícola se utilizó como una variable proxy del cambio en el uso de suelo. Aunque este indicador no mide explícitamente dicho cambio, permite aproximar la intensidad de uso del territorio, considerando que la expansión de las actividades agrícolas constituye uno de los principales factores asociados al cambio de uso del suelo y a la transformación de los ecosistemas (IPBES, 2019).

Una vez definidos los umbrales correspondientes al piso social y al techo ecológico, se procedió a contrastarlos con los valores observados para las unidades de análisis seleccionadas. En particular, se emplearon datos a nivel estatal para Nuevo León, Puebla y Chiapas, con el objetivo de evaluar el grado de cumplimiento de los límites sociales establecidos.

Para analizar el comportamiento de los indicadores sociales y ambientales, se construyó un índice de distancia euclidiana tomando como referencia los umbrales establecidos para cada dimensión, para estimar el grado de alejamiento entre el desempeño observado de cada entidad federativa y el espacio seguro y justo. Debido a que los indicadores considerados presentan

diferentes unidades y escalas de medición, la distancia euclidiana permite integrarlos en una medida común con respecto a los límites sociales y ambientales establecidos.

Posteriormente, para cada dimensión (social y ambiental) se calculó la distancia euclidiana respecto a los umbrales establecidos, basada en Patel y Gnana (2023). Para ello, se obtuvo la diferencia entre el valor observado y el umbral de cada indicador, la cual se elevó al cuadrado; posteriormente, se sumaron todas las diferencias y se calculó la raíz cuadrada de dicha suma, como se muestra a continuación:

$$D = \sqrt{\sum (x_i - u_i)^2} \quad (1)$$

Dónde:

D es la distancia euclidiana

x_i son los indicadores

u_i son los umbrales de bienestar

Con el objetivo de hacer comparables las distancias entre las distintas dimensiones y entidades federativas, los valores fueron normalizados en relación con sus respectivos umbrales, siguiendo el enfoque propuesto por Fanning et al. (2022). Primero, los indicadores se compararon con un umbral de bienestar:

$$x_i^* = \frac{x_i}{u_i} \quad (2)$$

Dónde:

x_i^* representa el valor normalizado del indicador

x_i corresponde al valor observado del indicador en la entidad evaluada

u_i representa el umbral mínimo establecido para dicho indicador

Una vez realizada la normalización de los indicadores, se calculó la distancia euclidiana normalizada para cada entidad federativa.

En el caso de los indicadores sociales normalizados, valores menores a 1 indican que el umbral mínimo no ha sido alcanzado, lo que refleja la existencia de déficit social. Por el contrario, valores iguales o mayores a 1 indican que la dimensión social ha alcanzado o superado el nivel mínimo requerido para garantizar condiciones de bienestar.

Para los indicadores ecológicos normalizados, valores mayores a 1 indican que la presión ambiental excede el límite ecológico establecido, generando un excedente ecológico, mientras que valores menores a 1 reflejan que el uso de recursos se mantiene dentro de dicho límite.

Dado que los límites planetarios del techo ecológico se definen a escala global, se estimaron límites per cápita dividiendo el límite global entre la población mundial:

$$B_{pc} = \frac{B_{global}}{P_{global}} \tag{3}$$

Dónde:

B_{pc} es el límite ambiental per cápita

B_{global} es el límite planetario a escala mundial

P_{global} es la población mundial

4.5. Resultados y Discusión

En esta sección se presentan los resultados del análisis de los indicadores socioeconómicos seleccionados, con el objetivo de evaluar el nivel de bienestar en las entidades de estudio.

El Cuadro A1 en Anexos presenta las distancias cuadráticas de cada indicador respecto a los umbrales mínimos de bienestar, así como la distancia euclidiana obtenida para cada entidad federativa.

En el análisis se observa que los tres estados muestran un buen desempeño en Energía y Empleo, logrando índices superiores a sus respectivos umbrales, lo que sugiere una cobertura que satisface los mínimos de bienestar definidos.

El caso del agua revela el rezago regional, pues, aunque Nuevo León y Puebla están cerca del cumplimiento, Chiapas presenta el déficit más profundo, evidenciando que la disponibilidad del recurso no siempre se traduce en acceso para la población.

Continuando con los indicadores de desarrollo humano, Salud y Educación muestran discrepancias. En Salud, ninguno de los tres estados logra alcanzar el umbral de 1, siendo Chiapas el caso más crítico. En el ámbito educativo, mientras que Nuevo León y Puebla superan el mínimo de años de estudio, Chiapas se queda por debajo con 7.8 años de escolaridad en promedio.

Al analizar el indicador de equidad, medido a través del índice de Gini, se observa que las entidades presentan niveles de desigualdad. En particular, el caso de Nuevo León, quien presenta los niveles más bajos de personas en situación de pobreza, mantiene un coeficiente de desigualdad elevado. Sin embargo, el caso que más resalta es el de Chiapas, quien concentra altos niveles de pobreza y desigualdad.

Lo anterior, indica que, aun cuando ciertos grupos poblacionales pueden encontrarse en mejores condiciones relativas, existe un segmento de la población que permanece por debajo del umbral mínimo, en un contexto donde la distribución del ingreso no favorece una reducción homogénea de dichas carencias.

En este contexto, resulta necesario ampliar el análisis hacia la dimensión ambiental, con el objetivo de examinar si estas condiciones sociales se presentan de manera simultánea con presiones sobre los sistemas naturales. El análisis del techo ecológico se muestra en el Cuadro A2 en Anexos.

Dentro de la dimensión ambiental, se observa que el indicador de Cambio Climático constituye la principal fuente de presión en los tres estados, al registrar valores superiores al umbral. En particular, Nuevo León presenta el nivel más elevado, seguido de Chiapas y Puebla. Este comportamiento sugiere que, independientemente de las diferencias en desarrollo económico, las emisiones están por encima de lo que el sistema climático puede soportar.

En contraste, los indicadores asociados al uso de recursos naturales muestran un comportamiento diferenciado. En el caso del Uso de Agua Fresca, ninguno de los estados rebasa el umbral, Chiapas y Puebla se encuentran más próximos al límite en comparación con Nuevo León, lo que refleja una mayor intensidad en la extracción del recurso en las primeras entidades.

De manera similar, el Ciclo del Nitrógeno se mantiene por debajo del umbral en los tres estados; sin embargo, Nuevo León presenta el valor más alto, seguido de Puebla y Chiapas.

Por su parte, el Uso de Suelo muestra niveles de presión relativamente bajos , aunque con variaciones entre entidades. Chiapas registra el mayor valor, seguido de Puebla y Nuevo León, lo que sugiere una mayor intensidad en la utilización del territorio en las primeras dos entidades.

Al analizar conjuntamente estos resultados (Cuadro A3 en Anexos), se observa que las presiones ambientales no se distribuyen de manera homogénea entre dimensiones ni entre estados. En particular, las emisiones de CO_2 destacan como la única dimensión que rebasa el límite ecológico en todos los casos, mientras que el resto de los indicadores se mantienen dentro del espacio ambientalmente seguro, aunque con distintos grados de proximidad al umbral.

Al analizar conjuntamente estas dimensiones, se observa que los estados con mayor avance relativo en el piso social tienden a concentrar también mayores niveles de presión ambiental, particularmente en el componente de emisiones de CO_2.

Específicamente, Nuevo León presenta un mayor cumplimiento del piso social, particularmente en educación, empleo y acceso a servicios, pero acompañado de un excedente climático significativamente más elevado.

Dicho comportamiento puede interpretarse a partir de la interacción entre el efecto escala, identificado por Grossman y Krueger (1991) y el efecto composición. Mientras que el primero señala que la expansión de la actividad económica incrementa el uso de energía y recursos, generando mayores niveles de emisiones, el segundo hace referencia a la estructura productiva de la economía, donde una mayor participación de sectores intensivos en carbono puede amplificar dichas presiones ambientales (Mendoza, et al., 2024).

Lo anterior se respalda en datos de INEGI (2021b), los cuales indican que, para el año 2020, Nuevo León registró la mayor participación en el producto interno bruto nacional correspondiente a las actividades secundarias. Dentro de este conjunto, las industrias manufactureras constituyen el componente de mayor peso, lo que refleja el carácter predominantemente industrial de su estructura productiva.

Además, el hallazgo es consistente con Osobajo, et al. (2020) quienes señalan que los procesos de crecimiento económico suelen estar asociados a un incremento en el consumo energético y en las emisiones de carbono, particularmente en etapas donde la estructura productiva mantiene una alta dependencia de fuentes fósiles.

Por otra parte, Puebla muestra una trayectoria diferente. Aunque presenta la menor presión ambiental entre los estados analizados, esto no se traduce en un cumplimiento del piso social. Dicho resultado sugiere que una menor presión sobre los ecosistemas no implica necesariamente mejores condiciones de bienestar para la población, lo que coincide con Costanza et al. (2014), quienes señalan que el crecimiento económico y el PIB resultan insuficientes para representar el progreso social cuando existen desigualdades distributivas y déficits en dimensiones fundamentales de la calidad de vida.

De manera similar, Alarco y Castillo (2018) sostienen que los territorios que alcanzan niveles intermedios de desarrollo suelen enfrentar desafíos para traducir el crecimiento económico en mejoras sostenidas e incluyentes del bienestar social.

Finalmente, al observar a Chiapas surge un patrón más complejo que el de una relación inversa entre bienestar social y presión ambiental, si bien, el estado presenta rezagos importantes en múltiples dimensiones del piso social, al mismo tiempo registra niveles relevantes de presión ambiental pues su comportamiento refleja que bajos niveles de bienestar no garantizan una menor presión sobre los sistemas naturales.

Este resultado sugiere que la relación entre desarrollo y sostenibilidad no puede entenderse como algo lineal, sino como una configuración más compleja en la que coexisten privación social y degradación ambiental.

Desde el enfoque de la Economía de la Dona, Chiapas representa un escenario de doble exclusión, porque presenta rezagos significativos en múltiples dimensiones sociales y, además, la entidad registra altos niveles de emisiones y presión sobre el uso del suelo.

Este resultado coincide con lo explicado por Managi et al. (2024), quienes argumentan que las economías con menores niveles de desarrollo e ingresos, junto con un manejo poco sostenible de los recursos naturales, tienden a enfrentar mayores riesgos de agotamiento de recursos, lo que dificulta el logro de un desarrollo sostenible.

Asimismo, Barbier (2010) señala que los contextos de alta vulnerabilidad económica tienden a generar una mayor dependencia de actividades extractivas y del uso intensivo de recursos naturales. En el caso de Chiapas, este comportamiento se asocia al impacto de las actividades primarias dentro de su estructura económica. De acuerdo con datos del INEGI (2021b) las actividades primarias representaron el 7.9% del PIB estatal, una proporción superior a la observada en entidades con mayor industrialización y una de las más altas a nivel nacional.

De igual manera, Geist y Lambin (2002) identifican que, en regiones tropicales, como Chiapas, la expansión agrícola y las limitaciones institucionales constituyen factores centrales en los procesos de degradación ambiental.

De manera transversal, los resultados destacan el papel central del cambio climático como principal dimensión de presión ambiental, siendo la única que rebasa el umbral ecológico en todos los casos analizados. Este comportamiento es consistente con la evidencia reciente sobre la aceleración de las emisiones globales y la insuficiencia de los compromisos actuales para limitar el calentamiento global (Dhakal et al., 2022).

En conjunto, los resultados muestran que ninguna de las entidades analizadas logra situarse dentro del espacio seguro y justo, además de que la relación entre bienestar social y presión ambiental no responden a una trayectoria lineal, sino que depende de la estructura de cada territorio. Adicionalmente, y según el enfoque de Raworth (2017), estos resultados sugieren que ninguna de las entidades se sitúa plenamente dentro del denominado “espacio seguro y justo” para la humanidad, lo cual coincide con Fanning et al. (2022), quienes encontraron que ningún país satisface las necesidades básicas de su población sin destruir su medio ambiente.

Asimismo, los resultados muestran que mejores niveles relativos de ingreso no implican necesariamente condiciones distributivas más equitativas. Aunque Nuevo León presenta menores niveles de pobreza relativa respecto a los otros Estados analizados, persisten desigualdades en la distribución del ingreso, limitando la capacidad del incremento del ingreso para poder traducirse en bienestar incluyente (Kakwani y Siddiqui, 2023).

Finalmente, los resultados confirman la existencia de un dilema central del desarrollo: la necesidad de disminuir brechas sociales sin reproducir patrones de crecimiento ambientalmente insostenibles. En este sentido, los resultados no solo evidencian las limitaciones de los Estados, sino que también señalan la necesidad de diseñar estrategias diferenciadas a nivel territorial.

Lo anterior se reafirma con lo explicado por la CEPAL (2022), quienes externan que las desigualdades estructurales en América Latina requieren políticas que integren simultáneamente sostenibilidad ambiental, inclusión social y fortalecimiento institucional.

En este contexto, los hallazgos del presente estudio permiten identificar tres líneas de acción prioritarias. La primera consiste en incorporar indicadores del piso social y del techo ecológico en los sistemas estatales de planeación y evaluación. El uso de este tipo de indicadores permitiría que las decisiones públicas se fundamenten en el seguimiento simultáneo del bienestar social y de la mejora ambiental, facilitando las intervenciones de acuerdo con las características de cada territorio.

La segunda propuesta se orienta impulsar una política de descarbonización del sector industrial en entidades con alta actividad manufacturera, como Nuevo León, mediante incentivos para la adopción de tecnologías de bajas emisiones, el incremento de la eficiencia energética y la incorporación de fuentes renovables.

Como tercera propuesta se plantea orientar a territorios con importantes rezagos sociales y presiones ambientales simultáneas, como Chiapas. En este sentido, instrumentos como la promoción de sistemas agroforestales y programas de agricultura sostenible podrían contribuir a incrementar los ingresos de la población rural, al tiempo que disminuyen la presión sobre el uso del suelo y favorecen la conservación de los ecosistemas.

Estas propuestas son consistentes con las recomendaciones de la UNEP (2023), que resalta la necesidad de avanzar hacia procesos de descarbonización, transición energética y modernización tecnológica en regiones con mayor industrialización. Asimismo, coinciden con lo planteado por el PNUD (2024), que subraya la importancia de combinar la reducción de la pobreza, el fortalecimiento institucional y la gestión sostenible de los recursos naturales en territorios con mayores rezagos estructurales.

Aunque el enfoque utilizado permite integrar dimensiones sociales y ecológicas en un mismo análisis, los resultados deben interpretarse

considerando las limitaciones asociadas a la disponibilidad de indicadores para cada región. Aun así, el análisis aporta evidencia relevante sobre la heterogeneidad territorial en México y sobre la necesidad de incorporar enfoques multidimensionales en la evaluación del desarrollo regional.

4.6. Conclusión

El presente estudio permitió evaluar la viabilidad del modelo de la Economía de la Dona en contextos subnacionales contrastantes de México, evidenciando que el crecimiento económico no conduce automáticamente hacia trayectorias de bienestar sostenibles. En este sentido, los hallazgos confirman parcialmente la hipótesis planteada, ya que las entidades con mayor nivel de desarrollo presentan mejores condiciones de bienestar social, aunque acompañadas de mayores niveles de presión ambiental, sin embargo, menores niveles de desarrollo económico tampoco garantizan sostenibilidad ecológica, debido a que las carencias sociales pueden coexistir con degradación ambiental.

Asimismo, el análisis evidencia que la relación entre desarrollo económico, bienestar y sostenibilidad no es la misma en todos los territorios, sino que depende de las características económicas, sociales e institucionales de cada entidad. Desde la perspectiva de la Economía de la Dona, ello sugiere que el principal desafío del desarrollo no consiste solo en expandir la actividad económica, sino en lograr que las mejoras ocurran dentro de los límites biofísicos del planeta.

En este contexto, los resultados resaltan la importancia de diseñar políticas públicas diferenciadas a escala territorial, reconociendo que las trayectorias de desarrollo subnacional responden a estructuras productivas, capacidades institucionales y condiciones socioambientales heterogéneas. Por tanto, las estrategias orientadas al desarrollo sostenible requieren integrar simultáneamente objetivos de inclusión social, eficiencia productiva y sostenibilidad ecológica, evitando enfoques homogéneos que tienden a ignorar las particularidades regionales.

Desde el punto de vista metodológico, este estudio contribuye a ampliar la aplicación de la Economía de la Dona al ámbito regional mexicano mediante la adaptación del enfoque para evaluar entidades federativas. A diferencia de otras aplicaciones que se han orientado principalmente al diagnóstico de ciudades, regiones o sectores específicos, esta investigación adapta la metodología para comparar territorios a partir de indicadores y del uso de distancias euclidianas como una medida que permite identificar qué tan cerca o lejos se encuentra cada entidad de alcanzar un equilibrio entre bienestar social y límites ambientales.

En términos de política pública, los resultados evidencian que las estrategias de desarrollo deben responder a las particularidades de cada territorio: En Nuevo León, el principal reto consiste en reducir las emisiones de carbono asociadas a la actividad industrial mediante políticas de descarbonización, eficiencia energética y transición hacia fuentes renovables, preservando al mismo tiempo los avances alcanzados en el piso social. En Puebla, los esfuerzos deben orientarse a fortalecer la conversión del crecimiento económico en bienestar social, mediante el mejoramiento del acceso a servicios básicos, salud y educación, manteniendo las presiones ambientales dentro de límites sostenibles. Mientras que Chiapas requiere políticas que combinen la reducción de la pobreza con el fortalecimiento de la infraestructura social y el manejo sostenible del territorio.

Finalmente, el estudio destaca la utilidad de la Economía de la Dona como marco para examinar de manera integrada las dimensiones sociales y ecológicas del desarrollo a diferentes escalas. Su aplicación permitió identificar que el cumplimiento relativo del piso social no implica necesariamente mantenerse dentro de los límites ecológicos establecidos, mostrando las tensiones que caracterizan las trayectorias territoriales de desarrollo en México.

4.7. Agradecimientos

Agradecemos profundamente a la Universidad Autónoma Chapingo por el apoyo brindado, especialmente a la formación académica que hizo posible la realización del presente estudio.

4.8. Anexos

4.8.1. Cuadros

Cuadro 4.A1 Distancias al piso social mediante la distancia euclidiana para Nuevo León, Puebla y Chiapas

Indicador Social	Umbral mínimo	Nuevo León		Puebla		Chiapas	
		x	(x-u)2	x	(x-u)2	x	(x-u)2
Ingreso	1	0.243	0.573049	0.624	0.141376	0.755	0.060025
Educación	9	10.7	2.89	9.2	0.04	7.8	1.44
Energía	0.95	0.995	0.002025	0.991	0.001681	0.977	0.000729
Agua	1	0.971	0.000841	0.954	0.002116	0.896	0.010816
Saneamiento	0.95	0.949	0.000001	0.951	0.000001	0.91	0.0016
Empleo	0.94	0.981	0.001681	0.983	0.001849	0.981	0.001681
Salud	1	0.809	0.036481	0.706	0.086436	0.667	0.110889
Equidad	0.3	0.455	0.024025	0.4386	0.01921	0.4694	0.0286964
Suma			3.528103		0.292669		1.6544364
DISTANCIA EUCLIDIANA			1.8783245		0.5409889		1.2862489

Fuente: elaboración propia con datos de CONEVAL (2020) INEGI (2021a), SEMARNAT (2021).

Cuadro 4.A2 Comparativa de indicadores ecológicos y ratios de bienestar para los estados de Nuevo León, Puebla y Chiapas

Indicador Ambiental	Umbral máximo	Nuevo León		Puebla		Chiapas	
		x	(x-u)2	x	(x-u)2	x	(x-u)2
Cambio Climático	2	8.156	37.896336	3.202	1.444804	4.085	4.347225
Uso De Agua Fresca	585	350	55225	381.86	41265.86	425.5	25440.25
Ciclo Del Nitrógeno	5	4.19	0.6561	2.72	5.1984	2.3	7.29
Cambio de Uso De Suelo	0.3	0.016	0.080656	0.112	0.035344	0.156	0.020736
Suma			55263.633		41272.538		335194.76
DISTANCIA EUCLIDIANA			235.08218		203.15644		159.53654

Fuente: elaboración propia con datos de CONAGUA (2022), DGSIAP (2026), SNIEG (2026), SEMAHN (2022) y SMADSOT – CAME – SEMARNAT (2023).

Cuadro 4.A3 Distancias euclidianas normalizadas

Estado	Distancia euclidiana ambiental	Distancia euclidiana social
Nuevo León	3.2493	0.9576
Puebla	1.0404	0.6692
Chiapas	1.2974	7231

Fuente: elaboración propia

4.9. Referencias

Acosta, F. (2022). Linking Nevada to Doughnut Economics. Sustainability, 14(22), 1-18. https://doi.org/10.3390/su142215294

Alarco, G., & Castillo, C. (2018). América Latina en la trampa de los ingresos medios o del lento crecimiento. Análisis Económico, 33(82), 5-29.

Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Resolución A/RES/70/1). Naciones Unidas. https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en América Latina y el Caribe (PNUD). (2024). Gobernanza para el desarrollo en América Latina y el Caribe. Recomendaciones a partir de los diálogos promovidos por CAF y PNUD. PNUD. https://www.undp.org/latin-america/publications/governance-development-latin-america-and-caribbean

Barbier, E. (2010). Poverty, development, and environment. Environment and Development Economics, 15(6), 635–660. https://doi.org/10.1017/S1355770X1000032X

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas. Naciones Unidas. https://www.cedhnl.org.mx/bs/vih/secciones/planes-y-programas/Agenda-2030-y-los-ODS.pdf

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022). Hacia la transformación del modelo de desarrollo en América Latina y el Caribe: Producción, inclusión y sostenibilidad. CEPAL. https://www.cepal.org/es/publicaciones/48308-la-transformacion-modelo-desarrollo-america-latina-caribe-produccion-inclusion

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2022). Estadísticas del Agua en México 2021. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/EAM%202021.pdf

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2020). Información de pobreza y evaluación en las entidades federativas y municipios. CONEVAL. https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Paginas/inicioent.aspx

Costanza, R., Kubiszewski, I., Giovannini, E., Lovins, H., McGlade, J., Pickett, K., Ragnardfóttir, K., Roberts, D., De Vogli, R., & Wilkinson, R. (2014). Development: Time to leave GDP behind. Nature, 505, 283–285. https://doi.org/10.1038/505283a

Dhakal, S., Minx, J., Toth, F., Abdel-Aziz, A., Figueroa, M., Hubacek, K., Jonckheere, I., Kim, Y.-G., Nemet, G., Pachauri, S., Tan, X., & Wiedmann, T. (2022). Emissions trends and drivers. En P. R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, & J. Malley (Eds.), Climate change 2022: Mitigation of climate change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009157926.004

Dirección General de Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (DGSIAP). (2026). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Dragicevic, A. (2024), Deconstructing the Doughnut. Current Opinion in Environmental Sustainability, 68. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2024.101451

Fanning, A., O'Neill, D., & Hickel, J. (2022). The social shortfall and ecological overshoot of nation. Nature Sustainability, 5, 26-36. https://doi.org/10.1038/s41893-021-00799-z

Geist, H., & Lambin, E. (2002). Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation: Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations. BioScience, 52(2), 143–150. https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2

Gobierno de la República. (2013). Estrategia nacional de cambio climático: Visión 10-20-40. Gobierno de México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf

Grossman, G., & Krueger, A. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. National Bureau of Economic Research, 3914, 1-39. https://doi.org/10.3386/w3914

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021a). Censo de Población y Vivienda 2020. INEGI. https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#tabulados

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021b). Producto interno bruto por entidad federativa 2020, preliminar. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/pibe/PIBEntFed2020.pdf

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. IPBES secretariat. https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673

Kakwani, N., & Siddiqui, R. (2023). Shared prosperity characterized by four development goals: Pro-poor growth, pro-poor development, inclusive growth, and inclusive development. The Philippine Review of Economics, 60(2), 1–24. https://doi.org/10.37907/1ERP3202D

Managi, S., Chen, S., Kumar, P. & Dasgupta, P. (2024). Sustainable matrix beyond GDP: investment for inclusive growth. Humanities and Social

Sciences Communications, 11(185), 1-10. https://doi.org/10.1057/s41599-024-02659-5

Mendoza, D., Albornoz, L., & Mercado, A. (2024). Efectos del crecimiento económico en las emisiones de CO2 en América del Norte. Nóesis. Revista de ciencias sociales, 33(65), 106-126. https://doi.org/10.20983/noesis.2024.1.6

Nykvist, B., Persson, Å., Moberg, F., Persson, L., Cornell, S. & Rockström, J. (2013). National Environmental Performance on Planetary Boundaries - A study for the Swedish Environmental Protection Agency. Swedish Environmental Protection Agency. http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6576-8.pdf

Olivares, J. & Hernández, C. (2021). ¿La curva ambiental de kuznets sigue siendo válida para explicar la degradación? Una revisión teórica. Revista de coyuntura y perspectiva, 6(3), 3-52. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2415-06222021000300003

O'Neill, D., Fanning, A., Lamb, W., & Steinberger, J. K. (2018). A good life for all within planetary boundaries. Nature Sustainability, 1, 88–95. https://doi.org/10.1038/s41893-018-0021-4

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2024). Breaking the vicious circles of informal employment and low-paying work. OECD Publishing, Paris. https://doi.org/10.1787/f95c5a74-en

Osobajo, O., Otitoju, A., Otitoju, M. A., & Koldas, S. (2020). The impact of energy consumption and economic growth on carbon dioxide emissions. Sustainability, 12(19), 1-16. https://doi.org/10.3390/su12197965

Patel, A., & Gnana, O. (2023). Forecasting off-grid solar power generation using case-based reasoning algorithm for a small-scale system. En V. Basetti, C. K. Shiva, M. R. Ungarala, & S. S. Rangarajan (Eds.), Artificial

intelligence and machine learning in smart city planning (pp. 257–266). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-99503-0.00014-4

Raworth, K. (2017). Doughnut economics: Seven ways to think like a 21st-century economist. Chelsea Green Publishing.

Raworth, K. (2025). The Evolving Doughnut. Doughnut Economics Action Lab ,1-20. https://doi.org/10.64981/XGRX2738

Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., Von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D.& Rockström, J. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. Science Advances, 9(37), 1-16- https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., III, Lambin, E. F., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H. J., Nykvist, B., de Wit, C. A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., ... Foley, J. A. (2009). A safe operating space for humanity. Nature, 461, 472–475. https://doi.org/10.1038/461472a

Secretaría de Medio Ambiente, Desarrollo Sustentable y Ordenamiento Territorial, Comisión Ambiental de la Megalópolis, & Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SMADSOT – CAME – SEMARNAT). (2023). Actualización de los inventarios de emisiones de gases criterio, tóxicos y GYCEI, año base 2018. Programa de Gestión de Calidad del Aire y de Acción ante el Cambio Climático 2021–2030. Gobierno de Puebla. https://calidaddelaire.puebla.gob.mx/documents/ProAire-PEACC_2021-2030/extensos/4-2-InventarioEmisiones.pdf

Secretaría de Medio Ambiente e Historia Natural (SEMAHN). (2022). Programa Estatal de Cambio Climático de Chiapas (Actualización 2022). Gobierno del Estado de Chiapas. https://www.semahn.chiapas.gob.mx/cambio_climatico/inventario.php

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2021). Informe de la situación del medio ambiente en México 2021: Compendio de estadísticas ambientales, indicadores clave, de desempeño ambiental y de crecimiento verde. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2021/

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., De Vries, W., de Wit, C., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G., Persson, L. , Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science, 347(6223), 736-747. https://doi.org/10.1126/science.1259855

Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica (SNIEG). (2026). Catálogo Nacional de Indicadores. SNIEG. https://www.snieg.mx/cni/escenario.aspx?idOrden=1.4&ind=6200011965&gen=750&d=n

Stiglitz, J., Sen, A., & Fitoussi, J. (2009). Report of the Commission on the Measurement of Economic Performance and Social Progress (CMEPSP). https://ec.europa.eu/eurostat/documents/8131721/8131772/Stiglitz-Sen-Fitoussi-Commission-report.pdf

Turner, R. & Wills, J. (2022). Downscaling doughnut economics for sustainability governance. Current Opinion in Environmental Sustainability, 56, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2022.101180

United Nations Environment Programme (UNEP). (2023). The Climate Technology Progress Report 2023: Speed and Scale for Urban Systems Transformation. UNEP Copenhagen Climate Centre. https://unepccc.org/wp-content/uploads/2023/11/the-climate-technology-progress-report-2023-web.pdf

5. CONCLUSIONES GENERALES

El presente estudio analizó la relación entre crecimiento económico, bienestar social y presión ambiental en México a partir de dos enfoques complementarios: la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) y la Economía de la Dona. Los resultados reflejan que el crecimiento económico, por sí solo, no implica el bienestar tanto de la población como la del medio ambiente.

A nivel nacional, esta investigación encontró que el crecimiento económico se relaciona con degradación ambiental mientras que, a nivel estatal, aunque ninguno de los territorios estudiados se encuentra dentro del espacio seguro y justo, se encontraron diferencias entre las condiciones sociales y la presión ambiental.

En México, se encontró una relación cuadrática en forma de U entre las emisiones de CO_2, CH_4 y N_2O el crecimiento económico durante el periodo analizado, esto indica que no es compatible con que propone la teoría de la Curva de Kuznets Ambiental, es decir, no ha estado acompañado por un desacoplamiento entre la actividad económica y la presión ambiental. Lo anterior se explica porque en México siguen predominando las a estructuras productivas intensivas en energía y recursos naturales.

En contraste, el intercambio comercial per cápita mostró una relación negativa con las emisiones, aunque de magnitud moderada. Por tanto, la hipótesis que planteaba un efecto positivo tanto del crecimiento económico como de la integración comercial sobre las emisiones no se confirma.

El comportamiento observado para el comercio sugiere que una mayor integración comercial puede estar asociada con una menor presión ambiental, no obstante, dichos efectos aún no son suficientes para contrarrestar la presión ambiental derivada del crecimiento económico.

Desde la perspectiva estatal, la aplicación del enfoque de la Economía de la Dona en Nuevo León, Puebla y Chiapas, complementan los hallazgos nacionales. Los resultados revelan que el crecimiento económico no se traduce automáticamente en economías sostenibles y que entre territorios existen diferencias tanto ambientales como sociales.

El análisis de las entidades reflejó que territorios en México con mayor crecimiento económico presentan mejores niveles de cumplimiento del piso social, aunque acompañados de una mayor presión ecológica. En contraste, los territorios con menores niveles de desarrollo muestran rezagos sociales significativos que pueden coexistir con distintos grados de degradación ambiental, evidenciando que la vulnerabilidad social y ambiental no siempre es excluyente, y a su vez, mostrando que la relación entre ambas dimensiones depende de las características particulares de cada territorio.

En conjunto, los resultados permiten identificar la mejora de las condiciones sociales y la reducción de la presión ambiental pueden no avanzar de manera conjunta. Esta situación muestra una de las principales limitaciones de evaluar el desarrollo únicamente a partir del crecimiento económico. Mientras el análisis de la CKA pone a la vista que el aumento del ingreso no ha generado por sí mismo una reducción de las emisiones en México, la Economía de la Dona muestra que el crecimiento económico tampoco garantiza que los territorios permanezcan dentro de límites ambientales.

Desde esta perspectiva, el desafío del desarrollo en México no consiste únicamente en mantener el crecimiento económico, sino en orientar al país hacia formas que permitan mejorar el bienestar de la población y, al mismo tiempo, reducir la presión ejercida sobre los recursos naturales. Además, las diferencias encontradas entre Nuevo León, Puebla y Chiapas muestran que este proceso no puede plantearse de manera uniforme para todo el país, más bien, las estrategias de desarrollo requieren considerar las condiciones de cada territorio.

6. LITERATURA CITADA

Catalán, H. (2014). Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable. Economía Informa, 389, 19-37. https://doi.org/10.1016/S0185-0849(14)72172-3

Correa, F. (2004). Crecimiento económico y medio ambiente: una revisión analítica de la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets. Semestre Económico 7(14), 74-104.

Correa, F., Vasco, A., & Pérez, C. (2005). La Curva Medioambiental de Kuznets: evidencia empírica para Colombia grupo de economía ambiental (GEA) Semestre Económico, 8(15), 13-30.

Gómez, C., Barrón, K., & Moreno, L. (2011). Crecimiento económico y medio ambiente en México. El Trimestre Económico, 78 (3), 547-582.

Gómez, I. (2020). Desarrollo sostenible. Elearning, S.L.

Grossman, G., & Krueger, A. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement (NBER Working Paper No. 3914). National Bureau of Economic Research. https://doi.org/10.3386/w3914

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). Producto interno bruto por entidad federativa 2020, preliminar. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/pibe/PIBEntFed2020.pdf

Nazrul, S. (2015). Inequality and Environmental Sustainability. Department of Economic & Social Affairs, 145, 1-28.

Parra, J., & Arango, A. (2019). La economía del Donut: siete formas de pensar como un economista para el siglo XXI. Investigación & Desarrollo, 26(2), 159-170. https://doi.org/10.14482/inDEs.26.2.330

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2022). La importancia del medio ambiente para el desarrollo sostenible de México. Medium. https://pnudmx.medium.com/la-importancia-del-medio-ambiente-para-el-desarrollo-sostenible-de-m%C3%A9xico-236b9956fb3c

Raworth, K. (2017). Doughnut economics: Seven ways to think like a 21st-century economist. Chelsea Green Publishing.

Riojas, H., Schilmann, A., López, L., & Finkelman, J. (2013). La salud ambiental en México: situación actual y perspectivas futuras. Salud Pública de México, 55(6), 638-649. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342013001000013&lng=es&tlng=es

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S., Fetzer, I., Bennett, E., Biggs, R., Carpenter, S., De Vries, W., de Wit, C., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G., Persson, L., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. Science, 347(6223), 736-747. https://doi.org/10.1126/science.1259855

Suárez, G. (2011). Crecimiento económico vs. degradación ambiental: ¿Existe una Curva de Kuznets Ambiental en América Latina y el Caribe? Periodo 1970-2008 [Tesis de maestría, Flacso Ecuador]. Repositorio Flacso Andes. https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0e7e6dde-abf3-4ea6-ac60-723c4b8586fa/content