

Desarrollo económico sustentable en México

Héctor Francisco Salazar Núñez
Miriam del Consuelo Flores Bañuelos
Francisco Venegas Martínez
Coordinadores



Desarrollo económico sustentable en México



Desarrollo económico sustentable en México

Héctor Francisco Salazar Núñez
Miriam del Consuelo Flores Bañuelos
Francisco Venegas Martínez
Coordinadores



Desarrollo económico sustentable en México. Coordinadores: Héctor Francisco Salazar Núñez, Miriam del Consuelo Flores Bañuelos y Francisco Venegas Martínez — Veracruz, México. 2026.

Publicación electrónica digital: descarga y online; detalle de formato: EPUB.

Primera edición.

ISBN: **979-13-88349-01-0**

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE26001722>



D. R. © copyright 2026. Héctor Francisco Salazar Núñez, Miriam del Consuelo Flores Bañuelos y Francisco Venegas Martínez.

La presente obra fue dictaminada bajo el sistema de doble ciego y cuenta con el aval de los dictámenes de pares académicos en el campo de las ciencias sociales en México.

Edición y corrección: **Astra ediciones.**



Todos los contenidos de esta publicación, se comparten bajo la licencia Creative Commons Atribución/Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (**CC BY-NC-SA 4.0**). Esto implica que no está autorizado el uso comercial de la obra original ni de las eventuales obras derivadas, las cuales deberán distribuirse bajo la misma licencia que rige la obra original. No obstante, se permite a terceros compartir el contenido siempre y cuando se reconozca debidamente la autoría y la publicación original en esta editorial.

HECHO EN MÉXICO | MADE IN MEXICO

*Se agradece a los directivos de la Universidad Cristóbal Colón,
Instituto Tecnológico Superior de Alvarado e Instituto Politécnico
Nacional, por las facilidades brindadas, para realizar este proyecto
de investigación, sobre desarrollo económico sustentable en México.*

Contenido

Introducción	11
<i>Héctor Francisco Salazar Núñez</i>	
Capítulo 1	
El papel del crecimiento económico y la energía renovable en las emisiones de CO ₂	13
<i>Carlos A. Carrasco</i>	
<i>Mónica P. Balboa Villarreal</i>	
Capítulo 2	
Turismo y regiones afroveracruzanas. Un análisis desde el desarrollo sustentable.....	37
<i>Jerson Mauricio Rodríguez del Carmen</i>	
<i>César Vega Zárate</i>	
<i>Jerónimo Ricárdez Jiménez</i>	
Capítulo 3	
Desarrollo de la pesca y acuicultura sostenible: Retos y oportunidades en Veracruz.....	57
<i>José Rodolfo Rosas-Matey</i>	
<i>Dahyra Sofia Mercado-Velasco</i>	
<i>Fabiola Lango-Reynoso</i>	
<i>María del Refugio Castañeda-Chávez</i>	
Capítulo 4	
Políticas públicas y económicas: Análisis comparativo en Veracruz y Jalisco para identificar las acciones a favor de los ODS.....	75
<i>Antonio Huerta Estévez</i>	
<i>Manuel Alberto Susunaga Miranda</i>	
<i>José Satsumi López Morales</i>	

Capítulo 5

Problemas y soluciones ambientales en las instituciones de educación superior 97

Grecia Valentina Gutiérrez-Domínguez

Diego Antonio Rodríguez-Miller

Irú Paul Pérez-Morales

Fabiola Lango –Reynoso

Capítulo 6

Efecto de las estrategias gubernamentales de economía circular en la industria de transformación para la promoción del desarrollo sostenible 117

María del Carmen Valle Bustamante

Bernardo Gerardo Juárez Olascoaga

Rita Ávila Romero

Capítulo 7

Conciencia ambiental a través de la biorremediación..... 155

Arroyo-Morales Diana Karen

Galicia-De la O Angel de Jesús

Reyes-Velázquez Christian

Capítulo 8

Impacto económico, social y ambiental del desperdicio de alimentos en la Ciudad de México..... 169

Vigil Zuñiga Andrea

Rita Ávila Romero

Cesaire Chiatchoua

Capítulo 9

Buried Treasure, Buried Rights: Gender Wage Inequality in Latin American Mining Industry 189

Paul Alejandro Delgadillo Fabián

Edgar Rogelio Ramírez Solís

Francisco Javier Valderrey Villar

Introducción

Las autoridades en los países industrializados y en vías de desarrollo industrial se enfrentan a la disyuntiva de elegir un crecimiento y desarrollo económico sustentable o sostenible, dados los periodos de elección popular. En ambos casos, la gestión eficiente de los recursos escasos que cada país tiene a su disposición; la diferencia radica en la visión de corto y largo plazo en la que las políticas económicas se formulan y, por ende, son aplicadas. De acuerdo con el Instituto de Energía (2025), los países que más generan los gases de efecto invernadero entre 1970 y 2024 — dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, gases fluorados y vapor de agua— son: China, India, Estados Unidos de América, Rusia, Indonesia, Brasil, Irán, Arabia Saudita, Alemania, Canadá y Japón. Cabe destacar también que son los países que más consumen carbón y derivados del petróleo, según datos de BP (2025). Perry (2005) señala que la ideología detrás del enfoque de crecimiento y desarrollo económico sustentable o sostenible proviene de las ideas aportadas por los economistas Thomas Malthus y David Ricardo, quienes postularon que la producción de bienes de consumo crecía en forma aritmética y la población en forma geométrica; por ende, llegaría el día en que la producción no sería la suficiente para satisfacer la demanda. Estas ideas fueron retomadas por organismos internacionales, entre los que se encuentra la ONU, que durante la década de 1970 se consolidó como una de las principales entidades que promueve la producción de forma sostenible. En este contexto, México es un país que se encuentra en los primeros veinte lugares de los países emisores de gases de efecto invernadero en el periodo entre 1970 y 2024 a nivel mundial, con 1,38 % del total de los gases emitidos (BP, 2025).

Los gases de efecto invernadero son dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, gases fluorados y vapor de agua. El primero es derivado del uso de combustibles fósiles y procesos industriales; el segundo, del uso de combustibles fósiles, ganadería y agricultura; el tercero se deriva

de combustibles fósiles y agricultura; los cuartos, por el uso de refrigeración y climatización; y el quinto, el último, que es la principal fuente, proviene de los océanos, mares y bahías (SEMARNAT, 2025). Las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero sobre las que se puede tener control son del uso de combustibles fósiles (Naciones Unidas, 2025).

En este contexto, se propone esta obra colectiva, en la que investigadores de diversas universidades públicas y privadas de México contribuyen con su trabajo de investigación y análisis sobre temas de economía sostenible/sustentable aplicados a problemáticas específicas de un país que se encuentra en un proceso de industrialización. Entre los temas abordados destacan el uso de energías renovables, la conciencia ambiental, el turismo, la pesca, la acuicultura sustentable, la economía circular, los objetivos de desarrollo sostenible, el desperdicio de alimentos y la educación ambiental, entre otros.

Héctor Francisco Salazar Núñez

Capítulo 1

El papel del crecimiento económico y la energía renovable en las emisiones de CO₂

*Carlos A. Carrasco*¹

*Mónica P. Balboa Villarreal*²

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE26001739>



¹ Escuela de Negocios, Universidad de Monterrey (UEM), México.

ORCID: 0000-0002-5439-4960. Email: carlos.carrasco@udem.edu

² Escuela de Ingeniería y Tecnologías, Universidad de Monterrey (UEM), México.

ORCID: 0009-0004-3877-560X. Email: monica.balboa@udem.edu

Resumen

La crisis climática hace imprescindible analizar los distintos factores que inciden en la degradación ambiental. Este estudio explora la posible existencia de una relación no lineal entre las emisiones de gases de efecto invernadero —particularmente el CO_2 —, el crecimiento económico y el consumo de energías renovables mediante modelos de umbral discreto. Dentro de los gases de efecto invernadero, se ha puesto especial atención al CO_2 por su contribución al calentamiento global y la estrecha relación con el consumo de combustibles fósiles utilizados para la producción. La estrategia empírica consta de dos enfoques complementarios. El primero considera una muestra de 115 países con distintos niveles de desarrollo; el segundo se enfoca en un análisis de dos grupos específicos: países de altos ingresos y países de ingresos medio-altos. El análisis muestra que, en los niveles de ingreso más bajos, el aumento del PIB per cápita y del consumo de energías renovables se asocian con una disminución en las emisiones de CO_2 . No obstante, en los niveles de ingreso más altos, el PIB per cápita se asocia con mayores emisiones, aunque el uso de energías renovables continúa manteniendo una relación negativa, lo que ayuda a mitigar el impacto ambiental.

1. Introducción

Durante las últimas décadas, la temperatura global ha aumentado de forma gradual en comparación con los niveles preindustriales. Este incremento está relacionado con la creciente concentración de gases de efecto invernadero (GEI), en particular el dióxido de carbono (CO_2), que se emite principalmente por la quema de combustibles fósiles utilizados en los procesos de producción y consumo (Azhar Khan et al., 2014).

La relación entre el desempeño económico y las emisiones de GEI es compleja y multifacética. Diversos estudios han encontrado una co-

relación positiva, lo que sugiere que el crecimiento económico suele ir acompañado de un aumento en las emisiones (Antonakakis et al., 2017; Knight y Schor, 2014; Walheer, 2018).

En este contexto, resulta especialmente relevante analizar la interacción entre el consumo de energía renovable, el crecimiento económico y las emisiones de GEI, dado el fuerte vínculo entre las emisiones y el uso de combustibles fósiles, así como el creciente potencial de las energías renovables gracias a los avances tecnológicos en producción, almacenamiento y distribución.

Comprender la relación entre el consumo de energía renovable, los niveles de ingreso y las emisiones de GEI es fundamental para diseñar políticas económicas y climáticas eficaces, así como para avanzar en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. Las barreras para el uso de las energías renovables solo pueden superarse mediante una evaluación transparente de sus ventajas y limitaciones, y una comunicación efectiva tanto con los responsables de políticas públicas como con la ciudadanía. Esto, a su vez, puede contribuir a priorizar la inversión pública y privada en el sector.

En este trabajo se analiza la relación entre el consumo de energía renovable, el PIB per cápita y las emisiones de CO₂, utilizando una muestra completa de 115 países y dos submuestras que incluyen países de ingresos medio-altos y altos. Se aplican modelos de regresión por umbrales para identificar los niveles de ingreso a partir de los cuales se modifica la relación entre emisiones de CO₂, consumo de energía renovable y PIB per cápita. Para la muestra completa se incluyen pruebas de robustez utilizando el agregado de los GEI con su equivalencia en emisiones de CO₂ como ha sido establecido por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. Si bien se espera una relación negativa entre el uso de energía renovable y las emisiones, nuestro enfoque metodológico permite detectar cambios en la dirección, magnitud y significancia estadística de esta relación en un conjunto heterogéneo de países.

El resto del trabajo se organiza de la siguiente manera. La sección 2 muestra un panorama general de la relación entre degradación ambiental, el desempeño económico y la transición energética. En la sección 3 se presentan los datos y se describe la estrategia empírica basada en mode-

los por umbral discreto. La sección 4 discute los resultados del modelo base e incluye pruebas de robustez con una especificación ampliada. La sección 5 expone las implicaciones de política y los comentarios finales.

2. La degradación ambiental, el desempeño económico y la transición energética

El ser humano y los procesos económicos están vinculados con los ciclos ecológicos mediante los recursos naturales utilizados para la producción y el consumo de bienes (Buchholz y Rübhelke, 2019). En consecuencia, las actividades productivas y extractivas ejercen presión sobre los ecosistemas, provocando modificaciones en el medio ambiente que resultan en su afectación.

La degradación ambiental es el deterioro de los recursos naturales y de los ecosistemas, originado por procesos naturales y exacerbado por las actividades antropogénicas (Maurya et al., 2020). Dicha degradación se manifiesta en alteraciones de la biosfera, es decir, en los medios terrestres, acuáticos y atmosféricos que afectan la biodiversidad. De manera concreta, el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)³ por las actividades humanas contribuye directamente al incremento de la temperatura media global. Este fenómeno se le conoce como calentamiento global y es considerado uno de los principales impulsores del cambio climático a largo plazo.

Desde 1861, las temperaturas globales se han incrementado, aunque con diferencias entre regiones a nivel mundial (Ritchie et al., 2023; Samborska, 2024). Como respuesta, se han tomado medidas de mitigación y adaptación que incluyen tratados, protocolos y acuerdos internacionales. En el escenario actual, el Acuerdo de París es el principal tratado internacional vigente cuyo objetivo es limitar el calentamiento global por debajo de los 2 °C respecto a los niveles preindustriales (Ritchie,

³ Los gases de efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), los hidrofluorocarbonos (HFC), los perfluorocarbonos (PFC), el hexafluoruro de azufre (SF₆) y el trifluoruro de nitrógeno (NF₃). Estos gases se diferencian por su origen, su tiempo de residencia en la atmósfera y el Potencial de Calentamiento Global (PCG). El gas de referencia es el CO₂, y el de mayores emisiones a nivel global.

2023; United Nations Climate Change, s. f.). En el Acuerdo de París se reconoce la responsabilidad diferenciada, al considerar que los países en desarrollo tardarán más en alcanzar las metas planteadas y su contribución a las emisiones de GEI difiere respecto a los países de mayor nivel de ingreso. A largo plazo, se plantea la neutralidad de carbono mediante el equilibrio entre emisiones y absorciones. De manera complementaria, se adaptaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como una agenda global hacia el año 2030, conformada por 17 objetivos de enfoque multidimensional que incluyen la acción climática y el consumo de energía asequible y no contaminante.

En este contexto, la reducción de GEI se puede afrontar de diversas maneras. Entre las principales se encuentran la adaptación de energías renovables, la eficiencia energética, la transición energética de combustibles fósiles hacia aquellos bajos o no productores de carbono, así como la conservación, protección y restauración de ecosistemas naturales (Aswathanarayana et al., 2010; United Nations Environment Programme, 2024).

La energía renovable y la transición energética se han puesto en el centro del debate como parte fundamental en la estrategia de contención del cambio climático. La energía renovable es aquella que proviene de fuentes naturales que se reponen de manera continua y en plazos relativamente cortos (Coburn y Farhar, 2004). Estas fuentes incluyen la energía solar, eólica, geotérmica, hidroeléctrica, marina y bioenergía. Bajo esta definición, la transición energética es la sustitución progresiva y sistemática de los combustibles fósiles por fuentes de baja o nula emisión, las cuales son principalmente renovables. Este cambio es integral, ya que no es solo un cambio tecnológico y ambiental, sino un proceso impulsado por el mercado, arreglos políticos y dinámicas socioculturales (Blazquez et al., 2020).

A pesar del creciente interés, el desarrollo y despliegue de las energías renovables enfrentan importantes desafíos (Olabi et al., 2023), como el financiamiento limitado para proyectos a gran escala o las barreras técnicas relacionadas con el almacenamiento e integración a la red eléctrica debido a la intermitencia, el efecto asimétrico del precio del petróleo sobre el consumo de energía renovable (Rong y Qamruzzaman, 2022), la aceptación social y obstáculos normativos y administrativos.

A nivel empírico, la relación entre desarrollo económico y degradación ambiental se ha evaluado a través de la Curva de Kuznets Ambiental (CKA). La CKA sostiene que la degradación ambiental aumenta en las primeras etapas de desarrollo económico y luego disminuye tras un punto de inflexión. La CKA ha sido extensamente evaluada en la literatura económica, especialmente a través del análisis de la relación entre emisiones de CO₂ y el PIB per cápita (Arango Miranda et al., 2020; Gómez y Rodríguez, 2022; Wang et al., 2023) y el North American Free Trade Agreement (NAFTA). Estudios más recientes han enriquecido este análisis al incorporar variables explicativas adicionales como el consumo de energía (Aruga, 2019), la calidad institucional (Bekun et al., 2021), la industrialización (Idowu et al., 2023), la intensidad energética (Shahbaz et al., 2013), la producción agrícola (Waheed et al., 2018) y la complejidad económica (Chu, 2021).

No obstante, la hipótesis de la CKA ha enfrentado diversas críticas, particularmente por sus debilidades metodológicas y la sensibilidad a cambios en la especificación (Kaika y Zervas, 2013); la presencia de resultados contradictorios y su limitada capacidad de generalización (Husnain et al., 2021); la omisión de factores globales relevantes en los análisis nacionales, especialmente para el CO₂ de efecto global (Boutaud et al., 2006); la temporalidad de mejoras ambientales debido a la aparición de nuevos contaminantes provenientes de las nuevas tecnologías (Guo y Shahbaz, 2024); la existencia de trayectorias en forma de N por obsolescencia tecnológica (Balsalobre-Lorente et al., 2023); y la interpretación equivocada de sus implicaciones en términos de política pública (Ciegis et al., 2008), asumiendo que el crecimiento económico por sí mismo se traducirá en menores emisiones.

En el análisis de la relación entre la degradación ambiental y el crecimiento económico, la composición de las fuentes de energía utilizadas para el consumo juega un papel clave (Jahanger et al., 2022; Sun et al., 2022). Además, existe evidencia de una relación positiva entre la expansión de las energías renovables y el desarrollo económico, destacando que la inversión en infraestructura limpia puede actuar como motor de desarrollo en diferentes sectores (Adeleye et al., 2025; Aydoğan y Vardar, 2020).

En el caso de las economías emergentes y en desarrollo, la transición energética está limitada por el acceso a financiamiento, la dependencia tecnológica y las deficiencias institucionales. Estas limitaciones muestran una diferencia clave respecto a los países desarrollados, en los que la energía renovable y la transición energética han generado efectos positivos en la productividad. Por lo anterior, es clave incorporar el efecto del consumo de energías renovables en el estudio de la interacción entre degradación ambiental y desarrollo económico, así como reconocer las diferencias entre grupos de países como consecuencia del nivel de desarrollo y otras características económicas, sociales e institucionales.

3. Datos y metodología

3.1 Datos

El análisis empírico abarca en su aproximación inicial una muestra de 115 países para el periodo 1998-2022 (ver Tabla 1A en el Apéndice). Las variables empleadas para el análisis empírico fueron obtenidas de los Indicadores Mundiales de Desarrollo del Banco Mundial: emisiones de CO₂ per cápita, emisiones totales de gases de efecto invernadero, población total, densidad poblacional, población urbana, PIB per cápita, crecimiento del PIB, valor agregado de la industria, valor agregado de la agricultura, silvicultura y pesca, consumo de energía renovable, exportaciones de tecnología media y alta, y apertura comercial.

La variable de emisiones de gases de efecto invernadero per cápita está expresada en equivalentes de toneladas métricas de CO₂ utilizando la estandarización basada en el Potencial de Calentamiento Global establecido por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático. La variable de emisiones de gases de efecto invernadero incluye a los seis gases regulados por el Protocolo de Kioto: dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre. La Tabla 1 presenta un resumen de los estadísticos descriptivos básicos y las definiciones de las variables utilizadas.

Tabla 1.
Estadísticas descriptivas.

	Descripción de las variables	Media	Me-diana	Max.	Min.	Dev. Est.	Obs.
CO ₂ per cápita	Emisiones de CO ₂ en toneladas métricas per cápita	5.1	3.6	39.3	0.1	5.7	115
Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita	Emisiones totales de gases de efecto invernadero en toneladas métricas de CO ₂ equivalente per cápita	7.6	5.6	54.4	0.8	7.6	115
Energía renovable	Consumo de energía renovable cómo % del consumo final total de energía	27.7	20.8	93.4	0.0	25.8	115
Densidad poblacional	Habitantes por km ² de superficie	172.0	74.5	6991.8	1.8	657.8	115
Población urbana	Población urbana cómo % de la población total	61.7	63.3	100.0	13.2	20.9	115
Crecimiento del PIB	Tasa de crecimiento anual	3.5	3.3	8.4	-0.5	1.8	115
PIB per cápita	Expresado en dólares estadounidenses constantes de 2015	14147.3	5273.9	80473.8	449.8	17939.0	115
Industria, valor añadido	Incluye construcción. Valor añadido cómo % del PIB	29.8	26.5	62.6	15.0	10.8	115
Agricultura, silvicultura y pesca, valor añadido	Valor añadido cómo % del PIB	9.5	7.3	40.0	0.0	8.6	115
Exportaciones de media y alta tecnología	Expresado cómo % de las exportaciones de manufacturas	34.2	32.9	81.4	0.2	21.6	115
Apertura comercial	Suma de exportaciones e importaciones cómo % del PIB	81.5	73.9	358.8	26.4	42.2	115

Fuente: Elaboración propia con datos de los Indicadores Mundiales de Desarrollo

3.2 Metodología

En el análisis empírico empleamos modelos de regresión por umbral discreta (Granger y Teräsvirta, 1993; Teräsvirta, 2010), un método econométrico no lineal que identifica la presencia de umbrales a partir de

los cuales la relación entre los regresores umbrales y la variable dependiente cambia. La regresión por umbral discreta considera la existencia potencial de m umbrales, lo que lleva a $m + 1$ régimen. La regresión puede expresarse de la siguiente manera:

$$y_i = X_i' \beta + Z_i' \delta_j + u_i \quad (1)$$

Así, X incluye las variables cuyos coeficientes no cambian entre regímenes, mientras que los parámetros δ_j de las variables Z son específicos al régimen j . La regresión por umbral discreta se puede expresar con una función indicadora:

$$y_i = X_i' \beta + \sum_{j=0}^m 1_j(q_i, \gamma) \cdot Z_i' \delta_j + u_i \quad (2)$$

En donde q_i es la variable umbral y γ son los valores umbrales. La función indicadora $1_j(q_i, \gamma)$ será 1 si la variable umbral q_i se encuentra dentro de los valores umbrales que refinan al régimen de tal forma que $1_j(q_i, \gamma) = 1(\gamma_i \leq q_i < \gamma_{i+1})$. Los valores umbrales γ se identifican utilizando la prueba Bai-Perron de umbrales secuencialmente determinados $L + 1$ versus L (Bai y Perron, 1998).

Las variables umbral (Z) para cada régimen j son el PIB per cápita y el consumo de energías renovables, siendo el PIB per cápita la variable que determina el umbral (q_i) utilizando el programa Eviews 14.

Para el análisis empírico, en una primera aproximación se emplea el promedio de los valores de los años disponibles para cada uno de los 115 países, implementando modelos de regresión por umbral discreto con datos de sección cruzada. En la segunda aproximación, se examinan y se contrastan dos grupos de países diferenciados por nivel de ingreso: países de ingresos medio-altos (37 países) y países de ingresos altos (40 países), siguiendo la clasificación del Banco Mundial para 2024 (World Bank, 2024). La Tabla 1A en el Anexo presenta la lista de países en cada grupo. Para esta segunda aproximación se sigue la estrategia de Chinn y Prasad (2003), calculando promedios no solapados de 5 años con el objetivo de analizar las transiciones de medio plazo. Este enfoque utiliza modelos de umbral discreto con datos agrupados.

El modelo base incluye como regresores sin umbral a la densidad poblacional, la población urbana, el crecimiento del PIB, el valor añadido de la industria y la apertura comercial. Las pruebas de robustez expanden el modelo al incorporar a las exportaciones de media y alta tecnología como una variable que controla la composición de las exportaciones, el desarrollo tecnológico y el valor agregado de la agricultura, silvicultura y pesca.

4. Resultados

Los resultados del análisis empírico inicial se presentan en la Tabla 2, la cual incluye datos transversales para una muestra de 115 países en diferentes etapas de desarrollo. La variable dependiente en este análisis son las emisiones de CO₂ per cápita. Los modelos 1 al 3 utilizan el PIB per cápita como variable umbral, identificando el primer umbral en 4250.9 dólares estadounidenses. Por debajo de este nivel de ingreso, tanto el PIB per cápita como el consumo de energía renovable se asocian negativamente con las emisiones de CO₂. Sin embargo, una vez superado este umbral, la relación entre el PIB per cápita y las emisiones de CO₂ se vuelve positiva, mientras que la relación negativa con el consumo de energía renovable se mantiene significativa.

En cuanto a las variables de control, la densidad poblacional, las exportaciones de tecnología media y alta, así como el valor agregado del sector primario, presentan una relación negativa y estadísticamente significativa con las emisiones de CO₂ per cápita. En contraste, la población urbana y el valor agregado industrial muestran una asociación positiva con dichas emisiones. Es importante señalar que la inclusión del valor agregado del sector primario tiende a alterar los resultados del modelo, posiblemente debido a factores estructurales propios del contexto o a problemas de multicolinealidad.

Los modelos 4 al 6 se enfocan en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) per cápita, expresadas en equivalentes de CO₂, y también utilizan el PIB per cápita como variable de umbral. En este caso, el consumo de energía renovable sigue mostrando una relación negativa con las emisiones de GEI, y su efecto se vuelve más fuerte a medida que aumentan los niveles de ingreso. La relación entre PIB per cápita y emi-

siones de GEI es no lineal: es negativa en niveles bajos de ingreso y se vuelve positiva en niveles altos. Las variables de control que permanecen estadísticamente significativas en estos modelos incluyen la densidad poblacional, que continúa mostrando una relación negativa, así como la población urbana y el valor agregado industrial, ambos positivamente asociados con las emisiones de GEI. Las exportaciones de tecnología media y alta, junto con el valor agregado del sector primario, presentan una relación negativa con las emisiones. No obstante, esta última variable vuelve a distorsionar los resultados, lo que sugiere cierta inestabilidad en las estimaciones cuando se incluye.

Tabla 2.
Regresiones por umbral con la muestra completa.

Variable umbral	CO ₂ per cápita como variable dependiente			GEI per cápita como variable dependiente		
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
	PIB per cápita			PIB per cápita		
Umbral 1	PIB per cápita <4250.9	PIB per cápita <4250.9	PIB per cápita <4250.9	PIB per cápita <38527.2	PIB per cápita < 4250.9	PIB per cápita < 4250.9
PIB per cápita	-0.001***	-0.001***	-0.001***	0.0003***	-0.001***	-0.002***
Consumo de energía renovable	-0.031**	-0.035**	-0.039**	-0.022	-0.031*	-0.043***
Umbral 2	4250.9 <=PIB per cápita	4250.9 <=PIB per cápita	4250.9 <=PIB per cápita <8203.859	38527.2 <=PIB per cápita	4250.9 <=PIB per cápita	4250.9 <=PIB per cápita <8203.8
PIB per cápita	0.0002***	0.0002***	-0.0003	0.0003***	0.0002***	-0.0001**
Consumo de energía renovable	-0.144***	-0.149***	-0.074***	-0.340***	-0.155***	-0.037
Umbral 3			8203.9 <=PIB per cápita			8203.8 <=PIB per cápita
PIB per cápita			0.0002			0.0002***
Consumo de energía renovable			-0.237			-0.279***

	CO ₂ per cápita como variable dependiente			GEI per cápita como variable dependiente		
	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Modelo 4	Modelo 5	Modelo 6
	PIB per cápita			PIB per cápita		
	Variables sin umbral					
Constante	-3.548	-2.546	4.312*	-7.628**	-4.578	4.703
Densidad poblacional	-0.001***	-0.001***	-0.001***	-0.002**	-0.001***	-0.002***
Población urbana	0.062***	0.065***	0.056*	0.076***	0.118***	0.113***
Crecimiento del PIB	0.399	0.368	0.677**	0.525	0.607	1.032**
Industria, valor añadido	0.159***	0.148***		0.231***	0.213***	
Apertura comercial	-0.004			-0.011		
Exportaciones de media y alta tecnología		-0.029**	-0.047**		-0.084***	-0.107***
Agricultura, silvicultura y pesca, valor añadido			-0.157***			-0.187**
R-cuadrada	0.75	0.76	0.73	0.71	0.74	0.71
Est. F (valor p)	34.94(0.00)	36.26(0.00)	25.84(0.00)	28.80(0.00)	33.34(0.00)	22.95(0.00)
Obs.	115	115	115	115	115	115

Fuente: (*), [**] y {***} indican significancia estadística al (10 %), [5 %] y {1 %}. Estimaciones con errores White. Umbrales determinados por la prueba secuencial de Bai-Perron L+1 VS L.

La Tabla 3 presenta un análisis complementario enfocado en dos grupos de países con diferentes niveles de ingreso y desarrollo. El grupo de economías de ingreso alto incluye 40 países, mientras que el grupo de ingreso medio-alto está compuesto por 37 países. Para aumentar el número de observaciones y permitir estimaciones más robustas, el análisis utiliza promedios quinquenales no superpuestos para el periodo 1998-2022. Este enfoque agrupado no solo amplía el conjunto de datos, sino que también contribuye a suavizar las fluctuaciones de corto plazo y permite identificar patrones de mediano plazo. En ambos grupos, la variable dependiente son las emisiones de CO₂ per cápita.

Los modelos 7 al 9 presentan los resultados para los países de ingreso alto, utilizando el PIB per cápita como variable de umbral. En estos modelos se identifican tres umbrales, aproximadamente en 14 600, 37 262.8 y 46 217.3 USD. Por debajo del tercer umbral, el PIB per cápita no tiene un efecto significativo sobre las emisiones de CO₂. Sin embargo, a partir de ese nivel, su relación con las emisiones se vuelve positiva y estadísticamente significativa. En todos los regímenes, el consumo de energía renovable mantiene una relación negativa y significativa con las emisiones de CO₂, con un efecto más fuerte por debajo del primer umbral y por encima del tercero. Este patrón indica una asociación no lineal entre el uso de energía renovable y los resultados ambientales. Como en los modelos anteriores, la inclusión del valor agregado del sector primario distorsiona las estimaciones. Otras variables de control como la densidad poblacional, la población urbana, el valor agregado industrial y las exportaciones de tecnología media y alta son estadísticamente significativas y se comportan de acuerdo con lo esperado. Además, la apertura comercial surge como una variable significativa, mostrando una relación negativa con las emisiones.

Los modelos 10 al 12 presentan los resultados para los países de ingreso medio-alto. A diferencia del grupo de ingreso alto, el PIB per cápita en este grupo muestra un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre las emisiones de CO₂ en todos los regímenes de ingreso. El consumo de energía renovable mantiene su relación negativa con las emisiones, y su efecto mitigador se intensifica conforme aumenta el PIB per cápita. Las variables de control significativas en este conjunto de modelos incluyen la densidad poblacional, que mantiene una asociación negativa, mientras que la población urbana y el valor agregado del sector primario también presentan una relación negativa con las emisiones. Estos resultados difieren de los encontrados en la muestra completa y en el grupo de ingreso alto, lo que sugiere que la relación entre variables estructurales y resultados ambientales varía significativamente según el nivel de desarrollo económico.

Tabla 3.
Regresiones por umbral por nivel de ingreso.

Variable umbral	Países de ingresos altos			Países de ingresos medios-altos		
	Modelo 7	Modelo 8	Modelo 9	Modelo 10	Modelo 11	Modelo 12
	PIB per cápita			PIB per cápita		
Umbral 1	PIB per cápita <14566.3	PIB per cápita <14630.2	Sin umbral	PIB per cápita <6502.1	PIB per cápita <9400.2	PIB per cápita <6502.1
PIB per cápita	0.000001	-0.00002	0.0001***	0.0004***	0.001***	0.0002
Consumo de energía renovable	-0.213***	-0.227***	-0.212***	-0.094***	-0.069***	-0.077***
Umbral 2	14566.3 ≤PIB per cápita <37262.8	14630.2 ≤PIB per cápita <37262.8		6502.1 ≤PIB per cápita <8671.4	9400.2 ≤PIB per cápita	6502.1 ≤PIB per cápita <8839.9
PIB per cápita	-0.0001	-0.00002		0.0004***	0.0006***	0.0003*
Consumo de energía renovable	-0.064*	-0.102***		-0.047***	-0.189***	-0.043***
Umbral 3	37262.8 ≤PIB per cápita <46217.3	37262.8 ≤PIB per cápita <46217.3		8671.4 ≤PIB per cápita		8839.936 ≤PIB per cápita
PIB per cápita	0.00005	0.00003		0.0005***		0.0004***
Consumo de energía renovable	-0.081***	-0.059**		-0.166***		-0.226***
Umbral 4	46217.3 ≤PIB per cápita	46217.3 ≤PIB per cápita				
PIB per cápita	0.0001***	0.0001***				
Consumo de energía renovable	-0.237***	-0.236***				
Variables sin umbral						
Constante	-2.909	-2.695	8.085***	8.772***	5.308***	9.909***
Densidad poblacional	-0.0002	-0.001***	-0.001***	-0.011***	-0.008***	-0.009***
Población urbana	0.089***	0.097***	0.112***	-0.074***	-0.054***	-0.066***
Crecimiento del PIB	-0.029	-0.098	0.570**	0.008	0.005	0.014

	Países de ingresos altos			Países de ingresos medios-altos		
	Modelo 7	Modelo 8	Modelo 9	Modelo 10	Modelo 11	Modelo 12
	PIB per cápita			PIB per cápita		
	Variables sin umbral					
Industria, valor añadido	0.306***	0.268***		0.012	0.017	
Apertura comercial	-0.022***			0.000		
Exportaciones de media y alta tecnología		-0.029**	-0.108***		0.0001	0.001
Agricultura, silvicultura y pesca, valor añadido			-0.988***			-0.119***
R-cuadrada	0.79	0.78	0.62	0.62	0.58	0.61
F-stat (valor p)	52.04(0.00)	49.08(0.00)	44.58(0.00)	24.78(0.00)	24.49(0.00)	22.93(0.00)
Obs.	195	196	200	182	172	172

Fuente: (*), [**] y {***} indican significancia estadística al (10 %), [5 %] y {1 %}. Estimaciones con errores White. Umbrales determinados por la prueba secuencial de Bai-Perron L+1 VS L.

5. Comentarios finales

La crisis climática acentúa la necesidad de examinar los factores que impulsan la degradación ambiental y de explorar estrategias eficaces de mitigación. Una de las formas más relevantes de degradación ambiental es el cambio climático, reflejado en el aumento sostenido de la temperatura media global con respecto a los niveles preindustriales. El cambio climático está estrechamente vinculado a la emisión de gases de efecto invernadero, en particular el CO₂, generado principalmente por la quema de combustibles fósiles para la producción y el consumo.

Ante esta situación, se han intensificado los esfuerzos para desarrollar fuentes de energía alternativas basadas en materiales renovables. La energía renovable no solo tiene el potencial de reducir significativamente las emisiones de GEI, sino que también se caracteriza por el aprovechamiento de fuentes que se reponen de manera natural en el corto plazo.

Este estudio contribuye en el análisis de la relación entre las emisiones de CO₂, el PIB per cápita y el consumo de energía renovable mediante

modelos de regresión por umbrales. El análisis revela una relación no lineal entre el PIB per cápita y las variables ambientales, con efectos umbral que difieren según el grupo de ingresos. Al emplear la muestra completa, en niveles bajos de ingreso (umbral de 4250.9 USD), los aumentos en el PIB per cápita y en el consumo de energía renovable se asocian con menores emisiones de CO₂ y GEI. Sin embargo, en niveles de ingreso por encima del umbral, el PIB per cápita se correlaciona positivamente con las emisiones, mientras que la energía renovable sigue desempeñando un papel mitigador. Variables de control como la densidad poblacional y las exportaciones de tecnología media y alta se asocian generalmente con menores emisiones, mientras que la urbanización y el valor agregado industrial se relacionan con mayores emisiones. El valor agregado del sector primario presenta un comportamiento inestable y suele distorsionar los resultados.

Al emplear submuestras de países de ingresos altos y de ingresos medios-altos, los resultados cambian. En países de ingresos altos, demuestran incrementos en el PIB per cápita cuando los países se encuentran por debajo del tercer umbral (46 217 USD); no muestran resultados consistentes en términos de significancia estadística. No obstante, incrementos en el ingreso por encima del tercer umbral muestran una relación positiva entre crecimiento y emisiones de CO₂. En todos los regímenes, los resultados son consistentes al mostrar evidencia de una asociación negativa entre el consumo de energía renovable y las emisiones de CO₂.

En países de ingresos medios-altos, los incrementos en el ingreso muestran de forma consistente una asociación positiva con las emisiones de CO₂, independientemente del umbral. Por su parte, el consumo de energía renovable se asocia negativamente con las emisiones, con efectos mayores en niveles altos de ingreso. Las diferencias entre los grupos de países muestran que las características estructurales y económicas influyen en la relación entre emisiones y crecimiento: en los países de ingreso medio-alto, el PIB aumenta consistentemente las emisiones, mientras que en los de ingreso alto este efecto solo se observa en umbrales de ingreso muy elevados.

Estos hallazgos tienen diversas implicaciones de política pública. En primer lugar, es fundamental mantener un compromiso firme y sostenido

con el desarrollo y uso de energía renovable, enfrentando los desafíos económicos, técnicos, sociales y regulatorios que implica esta transición. Un mayor consumo de energía renovable puede reducir significativamente las emisiones de CO₂, contribuir a estabilizar la temperatura global y mitigar la degradación ambiental, especialmente en niveles de ingresos por encima de los umbrales de 4250 USD para la muestra completa y 8671 USD en los países de ingresos medios-altos y por debajo de 14 566 en los países de ingresos altos. Para lograrlo, se requiere una mayor inversión en infraestructura energética, especialmente en capacidad de almacenamiento que permita enfrentar la intermitencia de estas fuentes.

En segundo lugar, comprender cómo se relaciona el crecimiento económico con las emisiones de GEI según los niveles de ingreso es clave para diseñar políticas de mitigación sensibles al contexto. En particular, los países de ingreso alto, cuyas emisiones per cápita son considerablemente mayores, deben asumir el liderazgo en la reducción de emisiones. Estos países cuentan con los niveles de ingreso y los recursos necesarios para apoyar una transición energética robusta, un camino que sigue siendo más complejo para las naciones de menores ingresos.

En tercer lugar, más allá de promover la energía renovable y de desacoplar el crecimiento económico de las emisiones, es crucial identificar otros factores que contribuyan a la reducción de emisiones. Entre ellos se encuentra la mayor densidad poblacional, que puede mejorar la eficiencia de los sistemas de transporte público y el uso de medios alternativos de transporte, y la expansión de exportaciones con mayor valor agregado que favorecen el desarrollo e integración de tecnologías más limpias en los procesos productivos.

Finalmente, debe cuestionarse la idea de un crecimiento económico ilimitado en un mundo con recursos finitos. El modelo de producción actual ha dado lugar a la creencia generalizada de un crecimiento perpetuo. Reconocer los límites al crecimiento es esencial para garantizar la sostenibilidad social y ambiental a largo plazo.

Para concluir, es importante reconocer los límites que presentó este trabajo y establecer futuras vías de investigación. Este trabajo es una primera aproximación a la identificación de relaciones no lineales entre las emisiones de CO₂, el PIB per cápita y el consumo de energía renovable.

No obstante, la estrategia metodológica es limitada en el establecimiento de relaciones causales y en el control de endogeneidad. Por ello, en futuros trabajos se sugiere el empleo de técnicas alternativas de estimación que permitan robustecer la evidencia, como variables instrumentales o el Método Generalizado de Momentos.

Referencias

- Adeleye, B. N., Soyly, Ö. B., Ergül, M., y Balsalobre-Lorente, D. (2025). *Reintroducing evidence of the role of energy usage dynamics on environmental management in E7 countries*. *Journal of Environmental Management*, 386. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.125667>
- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., y Filis, G. (2017). Energy consumption, CO₂ emissions, and economic growth: An ethical dilemma. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 808–824. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.105>
- Arango Miranda, R., Hausler, R., Romero Lopez, R., Glaus, M., y Pa-sillas-Diaz, J. R. (2020). *Testing the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in North America's Free Trade Agreement (NAFTA) Countries*. *Energies*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/en13123104>
- Aruga, K. (2019). *Investigating the Energy-Environmental Kuznets Curve Hypothesis for the Asia-Pacific Region*. *Sustainability*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/su11082395>
- Aswathanarayana, U., Harikrishnan, T., y Kadher-Mohien, T. S. (Eds.). (2010). *Green Energy*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b10163>
- Aydoğan, B., y Vardar, G. (2020). *Evaluating the role of renewable energy, economic growth and agriculture on CO₂ emission in E7 countries*. *International Journal of Sustainable Energy*, 39(4), 335–348. <https://doi.org/10.1080/14786451.2019.1686380>
- Azhar Khan, M., Zahir Khan, M., Zaman, K., y Naz, L. (2014). *Global estimates of energy consumption and greenhouse gas emissions*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 29, 336–344. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.091>
- Bai, J., y Perron, P. (1998). *Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes*. *Econometrica*, 66(1), 47. <https://doi.org/10.2307/2998540>

- Balsalobre-Lorente, D., Shahbaz, M., Murshed, M., y Nuta, F. M. (2023). *Environmental impact of globalization: The case of central and Eastern European emerging economies*. *Journal of Environmental Management*, 341. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118018>
- Bekun, F. V., Gyamfi, B. A., Onifade, S. T., y Agboola, M. O. (2021). *Beyond the environmental Kuznets Curve in E7 economies: Accounting for the combined impacts of institutional quality and renewables*. *Journal of Cleaner Production*, 314. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127924>
- Blazquez, J., Fuentes, R., y Manzano, B. (2020). *On some economic principles of the energy transition*. *Energy Policy*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111807>
- Boutaud, A., Gondran, N., y Brodhag, C. (2006). (Local) *Environmental quality versus (global) ecological carrying capacity: What might alternative aggregated indicators bring to the debates about environmental Kuznets curves and sustainable development?* *International Journal of Sustainable Development*, 9(3). <https://doi.org/10.1504/ijisd.2006.012850>
- Buchholz, W., y Rübhelke, D. (2019). *Foundations of Environmental Economics*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-16268-9>
- Chinn, M. D., y Prasad, E. S. (2003). *Medium-term determinants of current accounts in industrial and developing countries: An empirical exploration*. *Journal of International Economics*, 59(1), 47–76. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(02\)00089-2](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(02)00089-2)
- Chu, L. K. (2021). *Economic structure and environmental Kuznets curve hypothesis: New evidence from economic complexity*. *Applied Economics Letters*, 28(7), 612–616. <https://doi.org/10.1080/13504851.2020.1767280>
- Ciegis, R., Streimikiene, D., y Zavadskas, E. K. (2008). *The use of the environmental Kuznets curve: Environmental and economic implications*. *International Journal of Environment and Pollution*, 33(2/3), 313. <https://doi.org/10.1504/ijep.2008.019401>
- Coburn, T. C., y Farhar, B. C. (2004). *Public Reaction to Renewable Energy Sources and Systems*. In *Encyclopedia of Energy*. 207-222. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-176480-X/00462-9>

- Gómez, M., y Rodríguez, J. C. (2022). *Analysis of the environmental Kuznets curve in the NAFTA Countries, 1971-2014*. *EconoQuantum*, 57–79. <https://doi.org/10.18381/eq.v17i2.7151>
- Granger, C. W. J., y Teräsvirta, T. (1993). *Modelling nonlinear economic relationships*. Oxford University Press.
- Guo, X., y Shahbaz, M. (2024). *The existence of environmental Kuznets curve: Critical look and future implications for environmental management*. *Journal of Environmental Management*, 351. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.119648>
- Husnain, M. I. U., Haider, A., y Khan, M. A. (2021). *Does the environmental Kuznets curve reliably explain a developmental issue?* *Environmental Science and Pollution Research*, 28(9), 11469-11485. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11402-x>
- Idowu, A., Ohikhuare, O. M., y Chowdhury, M. A. (2023). *Does industrialization trigger carbon emissions through energy consumption? Evidence from OPEC countries and high industrialised countries*. *Quantitative Finance and Economics*, 7(1), 165-186. <https://doi.org/10.3934/QFE.2023009>
- Jahanger, A., Yu, Y., Hossain, M. R., Murshed, M., Balsalobre-Lorente, D., y Khan, U. (2022). *Going away or going green in NAFTA nations? Linking natural resources, energy utilization, and environmental sustainability through the lens of the EKC hypothesis*. *Resources Policy*, 79, 103091. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103091>
- Kaika, D., y Zervas, E. (2013). *The environmental Kuznets curve (EKC) theory. Part B: Critical issues*. *Energy Policy*, 62, 1403–1411. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.130>
- Knight, K., y Schor, J. (2014). *Economic Growth and Climate Change: A Cross-National Analysis of Territorial and Consumption-Based Carbon Emissions in High-Income Countries*. *Sustainability*, 6(6), 3722-3731. <https://doi.org/10.3390/su6063722>
- Maurya, P. K., Ali, S. A., Ahmad, A., Zhou, Q., Da Silva Castro, J., Khane, E., y Ali, A. (2020). *An introduction to environmental degradation: Causes, consequence and mitigation*. In *Environmental Degradation: Causes and Remediation Strategies*, 1-20. Agro Environ Media - Agriculture and Environmental Science Academy, Haridwar, India. <https://doi.org/10.26832/aesa-2020-edcrs-01>

- Olabi, A. G., Elsaid, K., Obaideen, K., Abdelkareem, M. A., Rezk, H., Wilberforce, T., Maghrabie, H. M., y Sayed, E. T. (2023). *Renewable energy systems: Comparisons, challenges and barriers, sustainability indicators, and the contribution to UN sustainable development goals*. *International Journal of Thermofluids*, 20. <https://doi.org/10.1016/j.ijft.2023.100498>
- Ritchie, H. (2023). *How much CO2 can the world emit while keeping warming below 1.5°C and 2°C?* *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/how-much-co2-can-the-world-emit-while-keeping-warming-below-15c-and-2c>
- Ritchie, H., Rosado, P., y Roser, M. (2023). *CO2 and Greenhouse Gas Emissions*. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>
- Rong, G., y Qamruzzaman, M. (2022). *Symmetric and asymmetric nexus between economic policy uncertainty, oil price, and renewable energy consumption in the United States, China, India, Japan, and South Korea: Does technological innovation influence?* *Frontiers in Energy Research*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.973557>
- Samborska, V. (2024). *How much have temperatures risen in countries across the world?* *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/temperature-anomaly>
- Shahbaz, M., Ozturk, I., Afza, T., y Ali, A. (2013). *Revisiting the environmental Kuznets curve in a global economy*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 494–502. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.021>
- Sun, Y., Li, H., Andlib, Z., y Genie, M. G. (2022). *How do renewable energy and urbanization cause carbon emissions? Evidence from advanced panel estimation techniques*. *Renewable Energy*, 185, 996–1005. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.12.112>
- Teräsvirta, T. (2010). *Threshold Models*. In S. N. Durlauf y L. E. Blume (Eds.), *Macroeconometrics and Time Series Analysis*. 308–316. Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1057/9780230280830_34
- United Nations Climate Change. (s. f.). *El Acuerdo de París* | CMNUCC. <https://unfccc.int/es/acerca-de-las-ndc/el-acuerdo-de-paris>

- United Nations Environment Programme. (2024). *Emissions Gap Report 2024: No more hot air ... please! With a massive gap between rhetoric and reality, countries draft new climate commitments*. United Nations Environment Programme. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/46404>
- Waheed, R., Chang, D., Sarwar, S., y Chen, W. (2018). *Forest, agriculture, renewable energy, and CO2 emission*. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4231–4238. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.287>
- Walheer, B. (2018). *Economic growth and greenhouse gases in Europe: A non-radial multi-sector nonparametric production-frontier analysis*. *Energy Economics*, 74, 51–62. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.05.028>
- Wang, Q., Zhang, F., y Li, R. (2023). *Revisiting the environmental kuznets curve hypothesis in 208 counties: The roles of trade openness, human capital, renewable energy and natural resource rent*. *Environmental Research*, 216. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114637>
- World Bank. (2024). *World Bank Country and Lending Groups*. *World Bank Open Data*. <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519-world-bank-country-and-lending-groups>

Anexo

Tabla 1A.

Lista de países

Muestra completa	Países de ingresos medio-altos	Países de ingresos altos
Afganistán, Albania, Argelia, Angola, Argentina, Armenia, Australia, Austria, Azerbaiyán, Bangladesh, Bielorrusia, Bélgica, Bolivia, Bosnia y Herzegovina, Botsuana, Brasil, Bulgaria, Camboya, Camerún, Canadá, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Costa de Marfil, Croacia, Cuba, Chequia, Dinamarca, Ecuador, Egipto, El Salvador, Etiopía, Finlandia, Francia, Gabón, Georgia, Alemania, Ghana, Grecia, Guatemala, Honduras, Hungría, India, Indonesia, Irán, Irak, Irlanda, Israel, Italia, Jamaica, Japón, Jordania, Kazajistán, Kenia, Kuwait, Kirguistán, Laos, Líbano, Libia, Lituania, Madagascar, Malasia, México, Moldavia, Mongolia, Marruecos, Namibia, Países Bajos, Nueva Zelanda, Nicaragua, Níger, Macedonia del Norte, Noruega, Omán, Pakistán, Panamá, Papúa Nueva Guinea, Paraguay, Perú, Filipinas, Polonia, Portugal, Qatar, República del Congo, Rumania, Rusia, Arabia Saudita, Senegal, Serbia, Singapur, Eslovaquia, Eslovenia, Sudáfrica, Corea del Sur, España, Sri Lanka, Suecia, Suiza, Siria, Tanzania, Tailandia, Túnez, Turquía, Uganda, Ucrania, Emiratos Árabes Unidos, Reino Unido, Estados Unidos, Uruguay, Uzbekistán, Vietnam, Yemen, Zambia, Zimbabue	Albania, Argentina, Armenia, Azerbaiyán, Bielorrusia, Bosnia y Herzegovina, Botsuana, Brasil, Bulgaria, China, Colombia, Costa Rica, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Ecuador, Gabón, Georgia, Guatemala, Indonesia, Irak, Jamaica, Kazajistán, Libia, Malasia, México, Moldavia, Namibia, Macedonia del Norte, Paraguay, Perú, Federación de Rusia, Serbia, Sudáfrica, Tailandia, Turquía, Turkmenistán	Alemania, Arabia Saudita, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile, Croacia, Dinamarca, Emiratos Árabes Unidos, Eslovenia, España, Estados Unidos, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Israel, Italia, Japón, Kuwait, Lituania, Noruega, Nueva Zelanda, Omán, Países Bajos, Panamá, Polonia, Portugal, Qatar, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Rumania, Singapur, Suecia, Suiza, Uruguay

Nota: Clasificación del Banco Mundial para 2024

Capítulo 2

Turismo y regiones afroveracruzanas. Un análisis desde el desarrollo sustentable

*Jerson Mauricio Rodríguez del Carmen*¹

*César Vega Zárate*²

*Jerónimo Ricárdez Jiménez*³

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE26001746>



¹ Universidad Veracruzana. Email: jerrodriguez@uv.mx. ORCID: 0009-0002-4398-4372.

² Universidad Veracruzana. Email: cevega@uv.mx. ORCID: 0000-0002-0233-4536.

³ Universidad Veracruzana. Email: jricardez@uv.mx. ORCID: 0000-0001-9863-6389.

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo identificar la vinculación entre el fenómeno turístico como un paradigma cambiante y la posible inserción de un grupo específico minoritario: las regiones afroveracruzanas como factor de desarrollo sustentable. Para realizarlo, se utilizó un método cualitativo a través de una revisión de literatura con el software VOSviewer. Los resultados muestran que existen tres aspectos importantes de esta vinculación: 1) la relación turismo-regiones afroveracruzanas, que a la fecha de esta investigación ha sido poco abordada; 2) la existencia de actividades potencialmente turísticas; 3) el turismo puede contribuir a la generación económica local. Se concluye que este tema puede servir para continuar con líneas de investigación específicas para el aprovechamiento de información en la aplicación de estrategias desde lo local.

Introducción

Este trabajo parte de un objetivo principal: identificar si dentro del cambiante fenómeno turístico puede verse inmersa una población específica. Las regiones afroveracruzanas, como un aspecto de factor de desarrollo, contemplando las dimensiones económicas, sociales y sustentables.

La incorporación del turismo en las regiones afroveracruzanas ha adquirido protagonismo desde 2018, cuando en Brasil, específicamente en San Salvador de Bahía, se explora el afroturismo, un tipo de turismo segmentado que va enfocado en dignificar y reconocer la cultura afroveracruzanas: tradiciones, historia, costumbres y comida en la construcción de identidades. Es así que en países con una alta identidad afroveracruzanas, como Colombia, Panamá y Cuba, se ha incorporado poco a poco esta segmentación a las poblaciones como un respiro y alternativa a la dinámica existente.

En México, por ejemplo, un país con aproximadamente 2,5 millones de personas afromexicanas, aún no hay una exploración profunda que vincule el turismo y zonas afromexicanas. Dentro del país, Guerrero,

Oaxaca y Veracruz son las entidades federativas con mayor presencia afroveracruzana; en el caso de Veracruz, 215 mil personas se autodenominan con esta noción.

Aunque el turismo en las regiones afroveracruzanas es escaso, el caso más particular es el de barrios mágicos porteños en el puerto de Veracruz, que explora la identidad del jarochismo con herencia afro, o en Alvarado, la gastronomía heredada desde la afrodescendencia, aunque existen también varias potencialidades que se basan en experimentar la cultura afro. Sin embargo, antes de eso, se debe reconocer lo sustentable. Y esa es la razón de esta investigación; no se puede hablar de un turismo segmentado sin considerar desde el inicio lo sustentable.

AAutores exponen que, si se realiza el turismo meramente considerando lo económico, suele generar degradación ambiental (Vilchis Chávez et al., 2023; Xu y Li, 2025). De hecho, Vilchis Chávez et al. (2023) explican que el turismo debe verse de manera integral, alineado a lo natural. Los bienes naturales y culturales pueden ser un recurso valioso para el turismo, pero para que se siga aprovechando, se deben identificar a su vez “alternativas emanadas desde la comunidad” (p. 24), es decir, que sea la propia comunidad quien, a través de su entendimiento de la importancia de los recursos naturales y culturales, sea quien comprenda la necesidad de respetar y preservar el entorno.

La contradicción del desarrollo turístico, dimensionado desde lo económico, es que necesita un recurso natural y cultural explotable finito. Orgaz Agüera y Moral Cuadra (2016) reconocen que esta actividad depende en gran medida de la instalación que exista para potenciar la actividad turística; por ello, sus atributos, mantenimiento y preservación son elementos pilares del desarrollo.

Al señalar que la expansión del turismo es algo bueno, también depende de la dimensión desde la que se hace la pregunta. Basada en la dimensión sustentable, el turismo ejerce presión sobre la explotación de recursos, alterando las estructuras socioeconómicas e impactando a las comunidades. Al no vincular el turismo con lo sustentable, pone en riesgo el entorno de la acción turística, pudiendo comprometer su estructura (Pásková et al., 2021). En este sentido, se debe mantener un equilibrio entre la intensidad de las actividades turísticas y la capacidad de los recursos turísticos, el medio ambiente y los recursos sustentantes (Avilez Pineda et al., 2019).

Por lo anterior, este trabajo pretende analizar las potencialidades del fenómeno turístico en las regiones afroveracruzanas, contemplando la dimensión sustentable, apoyado por ideas expuestas por Avilez Pineda et al. (2019), Orozco Alvarado y Núñez Martínez (2013), Morales Valdez (2023), Mc Coy Cador y Sosa Ferreira (2016) y Sánchez Rodríguez y Anzola Morales (2021). Estos autores señalan de forma concreta que el turismo implementado como una operación económica *in situ* conlleva fracasos sociales y ambientales; lo convierte en un amigo a corto plazo, pero un enemigo al largo plazo. Sus resultados implican que la racionalidad sustentable en las comunidades y las organizaciones turísticas crea alternativas para insertar el turismo como práctica consciente, transformadora y fortalecedora local.

La estructura del documento se compone de tres aspectos: la primera, una revisión de la literatura que vincula los conceptos clave del turismo y el desarrollo local; la segunda, una explicación del proceso metodológico y la región de estudio; y la tercera, a través del software utilizado, se exponen resultados desde los autores seleccionados que proponen aportaciones principales para implementar prácticas turísticas en la región sujeta de estudio, considerando la dimensión sustentable.

1. Revisión de la literatura

1.1. Turismo y desarrollo sustentable desde una visión integradora

En las regiones afroveracruzanas, con la implementación del afroturismo, es importante que desde el inicio se establezcan acciones que protejan el entorno de las regiones y condiciones de construcción ecológica y ambiental para responder de manera armónica a la capacidad turística (Wangzhou et al., 2023).

La idea de incorporar lo sustentable en el afroturismo no se debe dar desde la imposición, sino basado en lo expuesto por Zhang et al. (2023), que sean las propias comunidades quienes comprendan de manera sistemática el estado ecológico de los patrimonios. Para ello, se pueden desarrollar estrategias adecuadas para garantizar el desarrollo sustentable, como requisito fundamental en la conservación de espacios.

Cuando se piensa en el origen del Afroturismo, es inminente referir Brasil, como el caso de éxito. En San Salvador de la Bahía, donde el banco interamericano de desarrollo, exploro en esta región las oportunidades de este turismo, desde el comienzo del proyecto el objetivo fue claro: incorporar a la población negra a la dinámica turística, esta incorporación se dio considerando el aspecto económico y social. Pero en ese sentido, se generan algunas incógnitas ¿Cómo asegurar la visión a largo plazo? Por ejemplo, Linnes et al., (2021) opinan que las regiones necesitan planificar las actividades turísticas basadas en el compromiso, financiación y comprensión de las verdaderas necesidades. Además, las intervenciones políticas, las gestiones comunitarias y la conciencia del turista es una combinación que permiten identificar de manera temprana acciones sustentables para mitigar la carga turística que la propia actividad demande (Tokarchuk et al., 2021).

Vincular el turismo con el desarrollo sustentable es debatir los alcances de crecimiento y capacidad de carga que tienen los destinos turísticos (Zekan et al., 2022). Si bien las ideas generales reconocen desde hace décadas la importancia de lo sustentable, este no es capaz de implementarse de forma exitosa. Aunque hay respuestas atinadas, suelen ser lentas y de forma improvisada. Todo depende de una acción concreta: la formalización de lo sustentable en las actividades humanas. En ese tenor, se opina que son las propias comunidades, caso ejemplificado: la región afroveracruzana, quienes son los verdaderos tomadores de decisiones en la reducción de tensiones ambientales, a través de actividades aceptables por los locales y apertura a la innovación social en el cuidado sustentable.

De lo anterior, tenemos a tres participantes: el gobierno, la comunidad afroveracruzana y los turistas. El primero puede implementar las acciones a seguir basado en un marco normativo y legal que permite la dinámica, reconocer los límites y los alcances de la actividad turística en lo económico, social y cultural.

Los segundos, la comunidad afroveracruzana, son receptores de la actividad, aprenden de la experiencia turística, crean sus propias dinámicas que desde su perspectiva son coherentes y que les generan beneficio. Y los terceros son los que viajan a los lugares para satisfacer necesidades propias, son responsables de la admiración y el respeto hacia la armonía

del lugar, son generadores de ingresos al lugar, pero su rol está ligado a la conservación del lugar, contribuyendo a la sostenibilidad y desarrollo.

En esta reflexión, señalada por Blancas et al. (2018), lo sustentable no es algo estático que derive de teorías, sino evolutivo desde métodos dinámicos, particularizado y enfocado hacia el progreso. Los autores plantean dos escenarios que se van a utilizar en esta investigación.

Figura 1.

Evaluación de Turismo Sostenible.

Aspecto dinámico

- evolución del destino basado en la dinámica turística.

Aspecto estático

- Posición de la comunidad con respecto a otros territorios turísticos.

Fuente: Elaboración propia basada en Blancas et al., (2018).

Por esa razón, señalan que la brecha del vínculo entre estos dos campos de conocimiento se ve fortalecida desde la literatura y las teorías, aunque, si bien han existido medidas y diseños basados en la dimensión sustentable, los modelos a veces requieren contextualización.

En esa misma línea, Carrillo y Jorge (2017) coinciden sobre la importancia de lo sustentable en la expansión y desarrollo del turismo. Para la planificación de este en las regiones, debe considerarse un equilibrio contextualizado entre las oportunidades presentes y futuras.

Algunas acciones puntuales para ello pueden ser el ecoturismo, que permite un involucramiento en las comunidades, así como los prestadores de un servicio turístico y los turistas que concentran esfuerzos para las oportunidades sobre este importante aspecto (Magio y Velarde, 2019), o el turismo sustentable, visto como una estrategia global para “reorientar las actividades turísticas bajo un esquema más amplio en el cual es importante la participación social, el desarrollo empresarial y el aprovechamiento del patrimonio territorial” (Velasco et al., 2014, p. 359).

La visión de integración nos hace suponer cómo el turismo sustentable potencia la preservación de las comunidades. Aunque hay otros autores que señalan las deficiencias, en este capítulo —por la limitación y objetivo— nos enfocamos en la visión de lo sustentable y el turismo.

2. Aspectos metodológicos

2.1. Metodología

La investigación utiliza un método de exploración que responde a identificar los principales aspectos del tema: turismo, sustentabilidad y regiones afroveracruzanas.

Técnicas implementadas: Análisis documental

Fuentes de información: SCOPUS

Años: 2018-2025

Criterios de inclusión: Artículos que explorarán desde un enfoque crítico y fundamental el turismo con lo sustentable.

Criterios de exclusión: Artículos que no contemplarán los años señalados.

Criterios de discriminación: Artículos que abordarán turismo, sin considerar la dimensión sustentable.

- Total de articles 22 452.
- Limited to Environmental Science: 5340
- Limited to Business, Management and Accounting: 3240
- Keyword: Limited to Sustainable Tourism: 2348

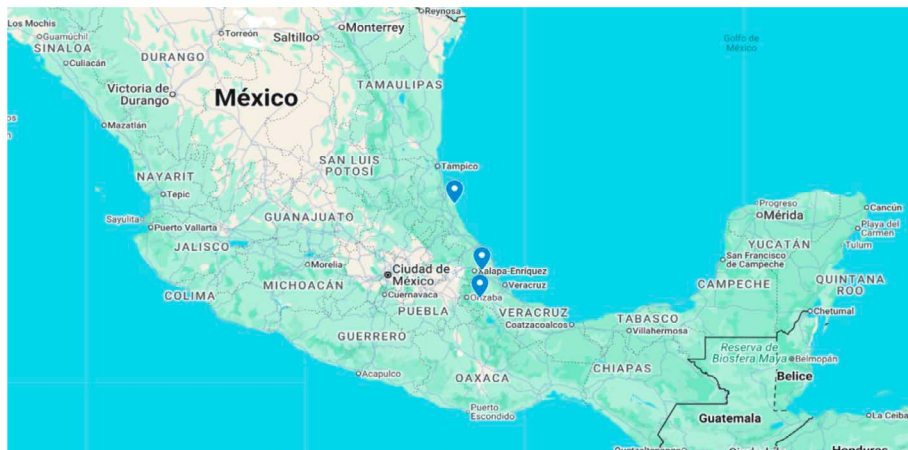
2.2. Región de estudio

Desde 2019, en el censo poblacional del INEGI, cuando se insertó por primera vez la pregunta sobre la autodeterminación afroamericana, permitió dar una visibilización, reconocimiento y una respuesta histórica y necesaria sobre la participación afroamericana. En ese momento, 2.5 millones de personas se relacionaron con la noción afroamericana y Veracruz ocupó el tercer lugar con 215 mil personas con esta composición. En esta primera estadística oficial, se identificó que lo afro en el estado es una minoría de aproximadamente el 3 % de la población veracruzana (sobre una base de ocho millones de personas).

Es difícil situar en un contexto geográfico específico, porque, así como otras minorías étnicas, se localizan en todo el estado. Basado en el mismo censo, se logró notar que las tres comunidades con mayor concentración

afroveracruzana son: Coyolillo, Yanga y Tamiahua. Estas comunidades, de manera geográfica, no comparten una cercanía entre los lugares.

Figura 2.
Mapa de Veracruz.



Fuente: Google maps, extraído de <https://www.google.com/maps/d/edit?hl=es-419ymid=1xbroBRpIPL0tl7WljQSqssQCPIGU6goyll=21.034551662412376%2C-100.13489684603812yz=6>

Lo afro en el estado de Veracruz es un festín de herencia cultural, social e histórica. No hay una evidencia fiel sobre cómo lo afro se incorporó al país y a Veracruz. La primera visión general es que fue con la conquista de Hernán Cortés, quien, además de traer cosas al Nuevo Mundo, trajo consigo africanos esclavizados como mano de obra. Otra teoría es que fueron originados desde Estados Unidos, de los estados sureños; con la Guerra de Secesión, muchos afroamericanos y esclavos viajaron hacia México y se situaron en el centro-sur del país. Aunque la investigación no se enfoca en profundizar el origen de esto, sí se enfoca en reconocer que lo afroamericano ha contribuido a lo que hoy conocemos como veracruzano.

Esta situación de la herencia afrodescendiente puede ser explorada no como un medio de otredad o algo exótico, sino plantearla desde la solidaridad y visibilización. De hecho, el afroturismo contextualizado en lo mexicano debe ir alineado a otros tipos de turismo segmentado, como el rural, el indígena y el agroturismo. Donde se ponen esfuerzos para visibilizar y dignificar una región, evento o suceso.

Esta idea de contextualizar el afroturismo en Veracruz puede ser potenciada porque en el estado de Veracruz existen varias manifestaciones con herencia afro, establecidas en gastronomía, tradiciones, costumbres, música y bailes.

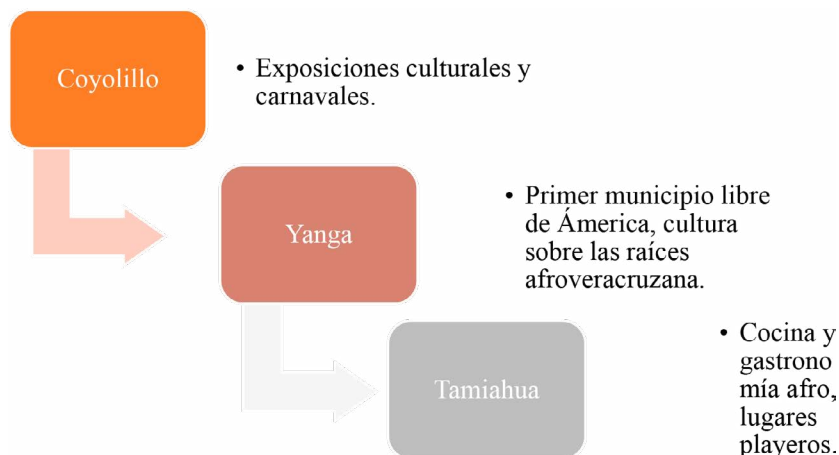
- En la gastronomía: Veracruz tiene varios platillos que tienen un origen afro, por ejemplo, el plátano frito, el arroz a la tumbada, los chilpacholes, mucha de la cocina de mar: mariscos sazonados, mojarras fritas.
- Tradiciones: Veracruz es conocido por los carnavales. Estas expresiones en el estado vienen desde una noción afro, donde se realizaban como una forma de celebración popular, que se combinó con tradiciones religiosas. El uso de movimientos, de atuendos, de elementos visuales, centra la atención en la negritud; además de máscaras y vestimentas que mezclan lo indígena, lo religioso y lo afro.
- Música: El son jarocho, los tambores y los bailes como la “Danza de los Diablos”.

Estos sucesos tienen una enorme pertinencia en el afroturismo y pueden funcionar como aprendizaje, reconocimiento y economía local; sin embargo, esto debe darse desde el inicio, considerando lo sustentable, para que no sea una solución a corto plazo.

Buscando los escenarios para este turismo, encontramos tres potencialidades. El primer punto es Tamiahua (al norte), Coyolillo (en el centro, cerca de Xalapa) y Yanga, cercano a Córdoba.

Figura 3.

Regiones afroveracruzanas con potencialidades de Afroturismo.



Fuente: Elaboración propia.

De lo anterior, la idea del afroturismo, puede darse con un enfoque sustentable y situado en:

- Coyolillo (municipio de Actopan). Cada año celebra el carnaval de Coyolillo, una de las festividades más representativas de la cultura afromexicana. Se caracteriza por sus máscaras coloridas, danzas tradicionales y música; es un evento que potencia la acción afroturística y que en nuestra investigación es el ejemplo más claro sobre la incorporación afro en el turismo.
- Yanga: Considerado el primer pueblo libre de América, fundado por esclavos cimarrones liderados por Gaspar Yanga en el siglo XVII. Este sitio posee un importante valor histórico y simbólico para el reconocimiento de la resistencia afroveracruzana.
- Tamiahua y sus regiones aledañas: Comunidades donde persisten prácticas culturales y gastronómicas basadas en el mar.

Lo anterior sirve como una base para comenzar la vinculación del turismo en las regiones afroveracruzanas. Es importante señalar que, aunque en esta investigación el método exploratorio limita situar la búsqueda sustentable de una región, de un espacio en particular, resulta un acercamiento útil para nuevas investigaciones.

Este software apoyó a darle carácter científico, triangulando ideas y apoyando el argumento siguiente: 1) El *sustainable tourism development* se vincula con el 2) turismo sustentable y el 3) desarrollo turístico en el escenario de la 4) *local community* para la 5) resiliencia como 6) regeneradora del turismo.

De esta manera, gracias a VOSviewer, contribuyó significativamente a la generación de conocimiento sobre las dinámicas y temáticas que configuran la investigación en materia de turismo sustentable.

Además, la siguiente tabla muestra ideas vinculadas a los puntos expuestos anteriormente:

Tabla 1.
Resultados de SCOPUS.

Aspecto principal detectado	Palabras clave vinculadas.
Sustainable Tourism development	1) Turistas 2) Retos 3) Satisfacción 4) Apoyo 5) Oportunidad 6) Destino turístico 7) Ambiente 8) Futuro 9) Comunidad local
Turismo sustentable	1) Sustentabilidad 2) Oportunidad 3) Países 4) Cambio climático 5) Resiliencia
Desarrollo turístico	1) Retos 2) Implementaciones 3) Apoyos 4) Futuro 5) Potencialidades 6) Evolución 7) Local community

Aspecto principal detectado	Palabras clave vinculadas.
Local community	1) Sustainable Tourism development 2) Desarrollo turístico 3) Destino turístico 4) Sobre turismo 5) Resiliencia
Resiliencia	1) Desarrollo sustentable 2) Turismo sustentable 3) Cambio climático 4) Sobreturismo 5) Pandemia 6) Regeneración del turismo
Regeneración del turismo	1) Resiliencia

Fuente: Elaboración propia.

¿Cómo sirve lo anterior para aplicar a las regiones afroveracruzanas en el desarrollo potencial del Afroturismo?

Es importante que, dentro del turismo situado en la región afroveracruzana, se destaquen los aspectos principales de turismo sustentable, por ejemplo, la oportunidad de ver al turismo como una alternativa económica que integre de manera armónica las actividades locales. El turismo no debe ser impuesto, debe ser incorporado de manera lógica y amena; se debe velar por un desarrollo turístico que reconozca los retos sustentables, como lo es la explotación de recursos, y evidencie acciones de preservación a largo plazo. Sobre todo, respetando la comunidad local, evitando la gentrificación, la construcción de una otredad profunda o que se convierta en sujeto de exotismo. Solo así se lograría con éxito un turismo resiliente y regenerativo que sí priorice la dignificación de la cultura afro en la dinámica identitaria.

En el caso de Coyolillo, los carnavales deben hacerse considerando el impacto ambiental del uso de plástico y unicel, respetar el entorno por parte de los turistas. Porque lo sustentable no solo depende de la comunidad, sino de todo el vínculo.

Un reto importante es que actualmente las políticas turísticas no contemplan acciones en regiones afroveracruzanas. Un área de oportunidad.

Por otro lado, se seleccionaron artículos que amplían las acepciones de fundamentar un turismo desde el análisis del desarrollo sustentable y que, a nuestro juicio, se vincula con las regiones afroveracruzanas. Para ello, se presentan los principales resultados y aspectos importantes que sirven como una base teórica cuando se pretenda llevar a cabo en la región sujeta de estudio.

Tabla 2.

Turismo y aspectos de desarrollo sustentable.

Autores	Principales resultados	Aspectos importantes
Wangzhou et al. (2023)	Protección de recursos paisajísticos que armonice con las actividades turísticas.	La planificación del ecoturismo, la protección del desarrollo y el desarrollo sostenible de las pequeñas ciudades.
Zhang et al. (2023)	Mantener políticas de calidad ecológica en los sitios patrimoniales susceptibles de actividad turística	La política de calidad ecológica puede mitigar acciones de contaminación que sirvan como tendencia de fortalecimiento.
Xu y Li (2025)	Capacidad de carga turística para una mejor gestión y planificación del turismo sostenible	La carga turística puede identificar metodologías de presión basadas en la dinámica Estado-sociedad.
Blancas et al. (2018)	Implementación de indicador dinámico diferencial (IDD) en los entornos que sean susceptibles a actividad turística	Composición de Diagrama de Evaluación de Turismo Sostenible
Carrillo y Jorge (2017)	Implementación de indicador basado en multicriterio de paradigma	Se deben clasificar las regiones basadas en un primer diagnóstico de sustentabilidad; lo anterior sirve como escenario para realizar estrategias reales.
Arratia et al. (2022)	La actividad turística se realiza con beneficios económicos, involucra a la comunidad. Pero se requiere contemplar la preservación de recursos naturales.	El cooperativismo puede ser una opción para la actividad turística.
Saeteros Hernández et al. (2019)	La actividad turística cargada de utilizar recursos y explotación desde dimensiones ecológicas requiere ser fortalecida con aspectos de sustentabilidad. Y ser incorporado en todas las dinámicas..	Se requiere realizar planificaciones turísticas para insertar a las comunidades en el turismo. Se puede medir la sustentabilidad en dos enfoques: contable y analítico.

Fuente: Elaboración propia con base en los autores citados.

Las propuestas de turismo sustentable en las regiones afroveracruzanas pueden ser desarrolladas por algunas estrategias, por ejemplo, en índices dinámicos diferenciales (Blancas et al., 2018). Esa propuesta se compone de dos componentes: uno dinámico y otro estático, que se complementan para evaluar el destino turístico basado en parámetros sociales, económicos y ambientales contextualizados a la tipología de cada región. Es decir, las características específicas de cada destino deben permear antes de aplicar modelos generalizados, para potenciar el territorio.

En el entramado de la vinculación de turismo y sustentabilidad, se debe reconocer lo explicado por Arratia et al. (2022), quienes señalan que la sustentabilidad no solo es responsabilidad de un grupo de intereses, sino de varios vínculos que consideren la importancia de los recursos y paisajes naturales como un aspecto totalmente necesario. En ese sentido, se puede hablar sobre turismo específico, por ejemplo, el comunitario, que parte de la vinculación y empoderamiento de la propia comunidad, alineado a aspectos de cooperativismo y ahora poder vincularlo con lo sustentable, como tres ejes fortalecedores de la actividad turística. Aunque se coincide con Saeteros Hernández et al. (2019) en que el término sustentabilidad es un tema polisémico, con amplias ambigüedades y diferentes interpretaciones, se sugiere que lo sustentable como actividad incorporada al turismo exige una preservación de recursos y participación informada de tres importantes grupos (gobierno, sociedad y organizaciones). Aunque se dice fácil, esta colaboración necesita consensos de los involucrados.

Llegamos a la opinión de que, aunque las investigaciones hablan sobre turismo y sustentabilidad, se requiere reducir las heterogeneidades de los modelos a implementar. Aunque existen un sinnúmero de sistemas de indicadores que pretenden regularizar las actividades turísticas, cada región es particular.

En las regiones afroveracruzanas, se requieren sistemas considerando criterios sociales, económicos y ambientales que influyan en la actividad turística sostenible. ¿Cómo hacerlo? Primero, contextualizar y particularizar los elementos sujetos de estudio; cada región tiene problemas particulares que necesitan ser abordados. En Coyolillo, existe una infraestructura cercana de turismo enfocado al de naturaleza. La cercanía que tiene con Actopan y Jalcomulco, dos sitios que se sostienen por

actividades ecoturísticas, en este poblado específico, lejos de plantear ideas generales sobre el cuidado del agua o de la tierra, debe enfocarse en situaciones que inviten a los habitantes a ser ellos los tomadores de la decisión que se enfoquen en su racionalidad.

Estos párrafos coinciden con explicaciones abordadas por Blancas et al. (2016, 2018), quienes señalan que el turismo sostenible, desde los modelos, muchas veces se enfoca en evaluar posiciones sostenibles en lugar de identificar las ausencias de sostenibilidad. En ese tenor, los instrumentos pretenden evaluar las situaciones sostenibles, pero limitadas a solo reconocer lo que sí es y lo que no. Más bien, se pudiera reforzar sobre indicadores determinados por la dinámica de la región, respetando las diferencias contextuales de cada destino.

Se puede reflexionar una frase potente: A mayor actividad turística, se requiere una mayor intensidad de intervención sustentable. Reconocer esta idea permite que en las regiones afroveracruzananas, una vez incorporadas al turismo, desde la iniciativa y las bases de la actividad turística se haga contemplado lo sustentable, situando que: Los beneficios del turismo deben considerar el costo ambiental; a mayor intensidad, el costo ambiental aumenta. Por esa razón, debe situarse una curva de beneficio resultado de estas interacciones.

4. Conclusiones

El turismo vinculado a lo sustentable es un proceso de medidas situadas preventivas que son necesarias para una actividad turística conforme a las necesidades de la propia comunidad. Lo sustentable, aunque polisémico y de interpretación, va más allá de limitar o señalar acciones impuestas desde discursos políticos y públicos. Se sugiere que, antes de pensar en un turismo aplicado en una región específica como el sector afroveracruzano, se debe incorporar lo sustentable como un medio de prevención antes de corrección. El trinomio combinado de turismo-regiones afroveracruzananas-sustentable puede potenciar experiencias conscientes y significativas que fomenten la preservación natural, pero también cultural y de tradiciones. Esto significa una dignificación en la población. La idea de todo esto es que la incorporación al turismo debe fundamentar procesos

ecológicos; en palabras de Saeteros Hernández et al. (2019), lo sustentable debe rebasar a otras dimensiones como lo cultural, lo económico y la protección de la propia comunidad. Todo este texto coincide con lo expuesto por Sánchez Castillo et al. (2024); más que aspectos sustentables de alcance macro, lo valioso es incorporar estrategias resilientes, articular posiciones sociales, acciones orientadas a la preservación y fortalecer diálogos desde la planificación del turismo, contemplando la construcción de experiencias enriquecedoras que no reproduzcan patrones de la sociedad de consumo, sin tendencias estereotipadas. Por último, queda claro que en un turismo sustentable desde visiones dominantes pesa más el discurso que la acción. Se coincide con Almanza Valdés et al. (2023) acerca de la necesidad de construirla a partir de diferentes pensamientos dialogados desde la naturaleza.

Es importante mencionar que las limitaciones de esta investigación son evidenciadas desde la falta de evidencia empírica. Sin embargo, ello rebasa el objetivo de la investigación, donde permite darle un seguimiento a futuras investigaciones que permitan extraer información desde la población sujeta de estudio. Así mismo, se pudo identificar otras líneas de investigación como la capacidad de carga social turística, el sobreturismo y el turismo descolonial.

5. Referencias

- Almanza Valdés, E., Thomé Ortiz, H., Vizcarra Bordi, I., Caballero Aguilar, H., y Marañón Pimentel, B. W. (2023). Turismo rural como alternativa biocéntrica al concepto de sustentabilidad: Una mirada descolonial. *Tendencias*, 24(2), 307–331. <https://doi.org/10.22267/rtend.232402.237>
- Arratia, E. M., Palmas Castrejón, Y. D., Ruíz, A. E. J., y Barquín, R. del C. S. (2022). Cooperativismo como una herramienta para el turismo de base comunitaria. La respuesta desde la literatura. *PASOS Revista De Turismo Y Patrimonio Cultural*, 20(1). <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2022.20.013>
- Avilez Pineda, H., Rivas Pérez, T. D. J., Chavarría Solís, M. E., y Jaimes Compeán, Á. J. (2019). Desarrollo turístico sustentable en comunidades rurales en México. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(2), 70–86.

- Blancas, F. J., Lozano-Oyola, M., González, M., y Caballero, R. (2018). A dynamic sustainable tourism evaluation using multiple benchmarks. *Journal of cleaner production*, 174. 1190-1203. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.295>
- Blancas, F.J., Lozano-Oyola, M. y González, M. (2016). A European Sustainable Tourism Labels proposal using a composite indicator. *Environmental Impact Assessment Review* 54. 39-54. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2015.05.001>
- Carrillo, M. y Jorge, J. (2017). Multidimensional Analysis of Regional Tourism Sustainability in Spain. *Ecological Economics* 140. 89-98. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.05.004>
- Mc Coy Cador, C.E., y Sosa Ferreira, A.P. (2016). Causas y efectos de un destino no sustentable: Caso playas públicas de Cancún, Quintana Roo. *El periplo sustentable*, (31). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttextypid=S1870-90362016000200006ylnng=esytlng=es.
- Linnes, C., Itoga, H., Agrusa, J., y Lema, J. (2021). Sustainable tourism empowered by social network analysis to gain a competitive edge at a historic site. *Tourism and Hospitality*, 2(4), 332-346. <https://doi.org/10.3390/tourhosp2040022>
- Magio, K. O., y Velarde Valdez, M. (2019). El ecoturismo en las reservas de la biósfera: Prácticas y actitudes hacia la conservación. *PASOS Revista De Turismo Y Patrimonio Cultural*, 17(1), 97-112. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2019.17.007>
- Morales Valdez, P. (2023). El sistema turístico y su capacidad de adaptación para la competitividad en zonas rurales de México [Tesis de doctorado, Universidad de Guadalajara]. Repositorio Institucional UDG.
- Orgaz Agüera, F., y Moral Cuadra, S. (2016). El turismo como motor potencial para el desarrollo económico de zonas fronterizas en vías de desarrollo. Un estudio de caso. *El periplo sustentable*, (31), http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttextypid=S1870-90362016000200008ylnng=esytlng=es.
- Orozco Alvarado, J., y Núñez Martínez, P. (2013). Las teorías del desarrollo: En el análisis del turismo sustentable. *InterSedes*, 14(27), 144-167.
- Pásková, M., Wall, G., Zejda, D., y Zelenka, J. (2021). Tourism carrying capacity reconceptualization: modelling and management of destina-

- tions. *Journal of Destination Marketing y Management* (21). <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2021.100638>.
- Saeteros Hernández, A. M., Da Silva, E. V., y Flores Sánchez, M. A. (2019). Turismo Sustentable y los diferentes enfoques, aproximaciones y herramientas para su medición. *PASOS Revista De Turismo Y Patrimonio Cultural*, 17(5), 901–914. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2019.17.064>
- Sánchez Castillo, V., Clavijo Gallego, T.A., y Eslava Zapata, R. (2024). Nuevas tendencias del turismo sostenible en la construcción de la nueva normalidad. *Revista San Gregorio*, 1(58), 17-30. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i58.2922>
- Sánchez Rodríguez, G., y Anzola Morales, O.L. (2021). Desarrollo y sostenibilidad: una discusión vigente en el sector turístico. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, (29), 29-47. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.29.2021.4702>
- Velasco, A.M., Solís Jiménez, N., Torres Valdez, J.C. (2014). El impacto territorial del turismo en el desarrollo sustentable: el caso de las regiones de México 2000-2010. *PASOS Revista De Turismo Y Patrimonio Cultural*, 12(2), 357–368. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2014.12.025>
- Tokarchuk O., Gabriele, R., y Maurer, O. (2021). Estimating tourism social carrying capacity. *Annals of Tourism Research* (86). <https://doi.org/10.1016/j.annals.2020.102971>
- Vilchis-Chávez, A.R., Cruz Jiménez, G., Vargas Martínez, E.E., y Ramírez Hernández, O.I. (2023). La sustentabilidad en el turismo. Una revisión bibliográfica de su estudio. *Estudios sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 33(62). <https://doi.org/10.24836/es.v33i62.1364>
- Wangzhou, K., Hao, C., y Wang, H. (2023). Construction of evaluation model of ecotourism resources in featured small towns. *Kybernetes*, 52(2), 554–565. <https://doi.org/10.1108/K-11-2021-1231>
- Xu, N. y Li, H. (2025) Towards management of sustainable tourism development in coastal destinations of the Bohai Rim: insights from a tourism carrying capacity analysis. *Discov Sustain* 6. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-00951-1>

- Zekan, B., Weismayer, C., Gunter, U., Schuh, B., y Sedlacek, S. (2022). Regional sustainability and tourism carrying capacities. *Journal of Cleaner Production* 339. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130624>
- Zhang, N., Xiong, K., Zhang, J. y Xiao, H. (2023). Evaluation and prediction of ecological environment of karst world heritage sites based on google earth engine: a case study of Libo–Huanjiang karst. *Environmental Research Letters* 18(3). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/acba2f>

Capítulo 3

Desarrollo de la pesca y acuicultura sostenible: Retos y oportunidades en Veracruz

José Rodolfo Rosas-Matey¹

Dahyra Sofia Mercado-Velasco²

Fabiola Lango-Reynoso³

María del Refugio Castañeda-Chávez⁴

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE26001753>



¹ Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Boca del Río. ORCID: 0009-0007-2069-6489

² Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Boca del Río. ORCID: 0009-0003-4853-1265

³ Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Boca del Río. Email: fabiolalango@bdelrio.tecnm.mx. ORCID: 0000-0001-8359-434X

⁴ Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Boca del Río.

Resumen

El estudio analiza la sostenibilidad de la pesca y acuicultura en Veracruz, con el objetivo de identificar fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del sector. Se empleó una metodología mixta: encuestas a 37 actores (pescadores, cooperativas, instituciones y autoridades), revisión documental y análisis estratégico FODA. Los resultados muestran que el 81 % considera la sostenibilidad como prioridad, con mayor percepción positiva hacia la acuicultura (59 % la ve muy sostenible) frente a la pesca, percibida como poco sostenible. Entre los problemas más señalados destacan contaminación del agua, cambio climático y pérdida de manglares. El FODA evidenció fortalezas como el potencial hídrico, la organización cooperativa y oportunidades en el turismo y la acuicultura, pero también debilidades en el marco legal y la gestión institucional, así como amenazas ambientales y sociales. Se concluye que la transición hacia prácticas sostenibles requiere fortalecer políticas públicas inclusivas, promover la acuicultura responsable y garantizar la participación comunitaria.

1. Introducción

La pesca y la acuicultura desempeñan un papel crucial en la seguridad alimentaria, el desarrollo económico y la generación de empleo a nivel mundial. Sin embargo, el crecimiento descontrolado de estas actividades ha generado serios impactos ambientales, como la sobreexplotación de especies, la degradación de hábitats marinos y la contaminación del agua. En este contexto, el desarrollo sostenible surge como un enfoque esencial para garantizar que estas actividades puedan continuar satisfaciendo las necesidades actuales sin comprometer los recursos de las futuras generaciones (FAO, 2022).

1.1. Ley de pesca y acuicultura en el estado de Veracruz

La Ley de Pesca y Acuicultura Sustentables para el Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave establece el marco jurídico para ordenar, fomentar y regular el manejo integral y el aprovechamiento sustentable de la pesca y la acuicultura en la entidad. Esta legislación considera aspectos sociales, tecnológicos, productivos, biológicos y ambientales, con el objetivo de promover el mejoramiento de la calidad de vida de los pescadores y acuicultores, así como la protección y rehabilitación de los ecosistemas acuáticos (InforMEA, s.f.).

La Dirección General de Pesca y Acuicultura de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca (SEDARPA) es la encargada de aplicar las políticas públicas para el fomento de la acuicultura y la pesca sustentables en el estado, contribuyendo al bienestar social, económico y alimentario de los veracruzanos (Gobierno de Veracruz, 2024).

A nivel federal, la Ley General de Pesca y Acuicultura Sustentables, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de julio de 2007 y última reforma publicada el 4 de junio de 2015, regula, fomenta y administra el aprovechamiento de los recursos pesqueros y acuícolas en el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Esta ley establece las bases para el ejercicio de las atribuciones que en la materia corresponden a la federación, las entidades federativas y los municipios, bajo el principio de concurrencia y con la participación de los productores pesqueros (Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca, 2015). La implementación efectiva de estas leyes es esencial para garantizar la sustentabilidad de las actividades pesqueras y acuícolas en Veracruz, promoviendo un equilibrio entre el aprovechamiento de los recursos y la conservación de los ecosistemas acuáticos.

El estado de Veracruz, ubicado estratégicamente en el litoral del Golfo de México, cuenta con una gran riqueza en recursos hidrobiológicos y ecosistemas acuáticos, lo que ha permitido el desarrollo de actividades pesqueras y acuícolas de alta relevancia para su economía. Estas actividades no solo generan empleo y aportan a la seguridad alimentaria de las comunidades costeras, sino que también posicionan a Veracruz entre los estados líderes en producción pesquera a nivel nacional. En 2023,

el estado reportó una producción superior a las 73 mil toneladas de productos pesqueros, con un valor estimado en 2686 millones de pesos, ubicándose en el quinto lugar nacional (Gobierno de Veracruz, 2024).

No obstante, el crecimiento de la pesca y la acuicultura ha traído consigo importantes desafíos en términos de sostenibilidad. Entre ellos destacan la sobreexplotación de especies, la degradación de ecosistemas marinos y continentales, la pesca ilegal y la vulnerabilidad social y económica de los productores artesanales (FAO, 2022). Estos problemas comprometen la capacidad de los ecosistemas para seguir ofreciendo servicios ambientales clave y afectan directamente la calidad de vida de las comunidades pesqueras.

Ante este panorama, resulta urgente establecer un equilibrio entre el aprovechamiento productivo, la conservación del medio ambiente y el bienestar de las comunidades locales. En este contexto, el presente trabajo propone un análisis integral del estado actual de la pesca y la acuicultura en Veracruz, con énfasis en su sustentabilidad. Para ello, se recurre a la herramienta del análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas), la cual permite identificar de forma estratégica los aspectos internos y externos que influyen en el desarrollo de estas actividades (Wehrich, 1982). Esta metodología facilita una evaluación clara de los factores que favorecen u obstaculizan un modelo de producción sustentable, y servirá como base para la formulación de propuestas de mejora, alineadas con los principios del desarrollo económico, social y ambientalmente responsable.

2. Marco conceptual

2.1. El concepto de sostenibilidad en la pesca y la acuicultura

La sostenibilidad en este sector implica un manejo responsable de los recursos hidrobiológicos, asegurando que la extracción y producción no superen la capacidad de regeneración de los ecosistemas acuáticos. También considera el bienestar social y económico de las comunidades costeras que dependen de estas actividades (FAO, 1995).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) promueve el concepto de “Pesca Responsable”, basado en principios de conservación, equidad, legalidad y eficiencia, como base para un desarrollo sostenible (FAO, 1995).

2.2. Enfoque económico: Crecimiento inclusivo y sustentable

La pesca y la acuicultura contribuyen significativamente al PIB de muchos países, especialmente en regiones costeras y en desarrollo. El desarrollo económico sostenible en este sector requiere:

- Inversión en tecnologías limpias y eficientes.
- Fomento de la acuicultura de bajo impacto, como sistemas cerrados o integrados que minimicen la contaminación (Bostock et al., 2010).
- Acceso a mercados justos y trazabilidad de productos.
- Fortalecimiento de las cadenas de valor, generando empleo digno y estable para las comunidades locales.

Además, se requiere diversificación productiva para reducir la dependencia de especies sobreexplotadas y fomentar la resiliencia económica (World Bank, 2013).

2.3. Enfoque ambiental: Conservación de ecosistemas acuáticos

El desarrollo sostenible exige una gestión que priorice la conservación del medio ambiente. Esto incluye:

- Regulación de las capturas y vedas, para evitar la sobreexplotación (FAO, 2022).
- Protección de hábitats críticos, como manglares, arrecifes de coral y estuarios (Soto et al., 2008).
- Control de contaminantes provenientes de la acuicultura intensiva, como antibióticos, alimentos no consumidos y desechos orgánicos (Páez-Osuna, 2001).
- Impulso a prácticas de acuicultura sostenible, como la acuaponía o la integración multitrofica (IMTA), que reutilizan los residuos como insumos para otras especies (Soto et al., 2008).

La adaptación al cambio climático también es un reto clave, ya que el aumento de temperaturas, la acidificación de los océanos y la variabilidad climática afectan la disponibilidad y distribución de especies (FAO, 2022).

2.4. Enfoque social: Equidad y participación comunitaria

Un componente esencial del desarrollo sostenible es la inclusión social. Es vital que las comunidades pesqueras y acuícolas participen en la toma de decisiones y reciban beneficios equitativos (FAO, 2022). Esto se logra mediante:

- Educación y capacitación en prácticas sostenibles.
- Reconocimiento de los derechos de pesca de comunidades tradicionales.
- Apoyo a la pesca artesanal y de pequeña escala.
- Fomento de cooperativas y asociaciones que fortalezcan el poder de negociación y comercialización de los pequeños productores (Subpesca, 2021).

3. Metodología

La presente investigación es de tipo mixto, ya que combina un enfoque cuantitativo, mediante la aplicación de encuestas, y un enfoque cualitativo, a través del análisis estratégico FODA. El diseño de la investigación es no experimental y descriptivo, ya que no se manipulan variables, sino que se busca observar, describir y analizar la percepción de los actores del sector pesquero y acuícola sobre la sostenibilidad, retos y las oportunidades del sector.

3.1. Población y muestra

La población estuvo conformada por pescadores, acuicultores, representantes de diversas cooperativas pesqueras y de servidores públicos como la Comisión Nacional de Pesca y Acuicultura (CONAPESCA), Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca (SEDARPA), Instituto Mexicano de Investigación en Pesca y Acuicultura Sustentables

(IMIPAS), Comité de Sanidad Acuícola y Pesquero (COSAP), Centro Regional de Investigación Acuícola y Pesquera (CRIAP) e instituciones de investigación como la Universidad Veracruzana, Colegio de Posgraduados e Instituto Tecnológico de Boca del Río (TecNM/ITBoca). La muestra fue seleccionada mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, incluyendo 37 individuos..

3.2. Revisión documental

Se llevó a cabo una búsqueda y revisión de fuentes secundarias, incluyendo legislación estatal y federal vigente relacionada con la pesca y la acuicultura, informes oficiales, publicaciones académicas y estadísticas recientes sobre producción pesquera y acuícola en Veracruz. Esta revisión permitió identificar el marco legal, las políticas públicas y el contexto socioeconómico y ambiental de la actividad..

3.3. Participación en foros y aplicación del análisis FODA

Se incorporó la experiencia y las percepciones de los pescadores, acuicultores, autoridades y expertos mediante la asistencia y análisis de discusiones en foros participativos organizados dentro del TecNM/ITBoca.

La información recopilada se utilizó para aplicar un análisis FODA e identificar las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que enfrentan la pesca, la acuicultura y su impacto en el medio ambiente en Veracruz.

3.4. Técnica e instrumento de recolección de datos

La técnica utilizada fue la encuesta, aplicada mediante un cuestionario estructurado con preguntas cerradas y abiertas. El cuestionario incluyó:

- Preguntas sobre percepción de sostenibilidad
- Deterioro ambiental
- Identificación de principales retos, oportunidades, fortalezas y debilidades del sector pesquero y acuícola.
- Organizaciones participativas

3.5. Análisis estadísticos

3.5.1 Técnicas de análisis de datos

Los datos recolectados fueron procesados mediante las siguientes técnicas:

a) Análisis estadístico (cuantitativo):

- Estadística descriptiva: Se calcularon frecuencias absolutas y porcentajes para cada pregunta cerrada.
- Visualización de datos: Se utilizaron gráficos de barras y circulares para presentar los resultados.

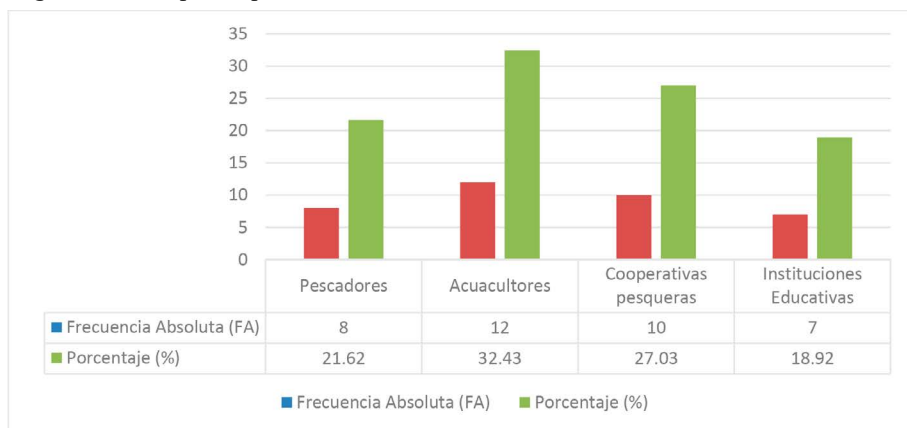
b) Análisis estratégico FODA (cualitativo):

- Las respuestas abiertas fueron analizadas temáticamente y categorizadas en los cuatro cuadrantes del análisis FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.
- Posteriormente, se construyó una matriz FODA con los factores identificados.

4. Resultados

Los datos recolectados muestran una clara tendencia hacia la valoración de la sostenibilidad como un eje central en el desarrollo de las actividades pesqueras y acuícolas. La participación institucional estuvo conformada mayoritariamente por cooperativas pesqueras (32,43 %), seguidas de instituciones educativas (27,03 %), pescadores acuicultores (21,62 %) y organizaciones pesqueras (18,92 %) (Figura 1). Esta distribución indica que las cooperativas desempeñan un papel fundamental en la gestión y organización del sector, aunque existe un involucramiento importante de otros actores.

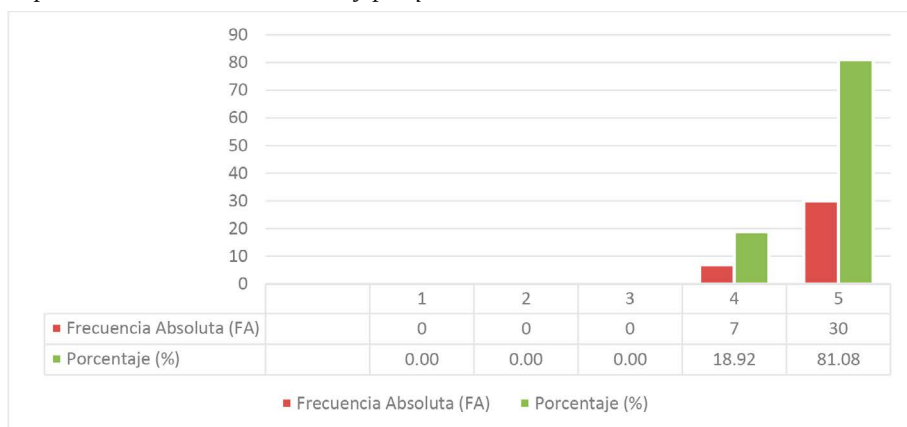
Figura 1.
Organizaciones participativas.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la importancia de la sostenibilidad, los resultados son concluyentes: el 81,08 % de los encuestados la considera de máxima relevancia (5 en una escala del 1 al 5), mientras que el 18,92 % la ubicó en el nivel 4 (Figura 2). No se registraron respuestas en los niveles más bajos, lo que refleja un consenso prácticamente unánime sobre su valor estratégico.

Figura 2.
Importancia del sector acuícola y pesquero de Veracruz.

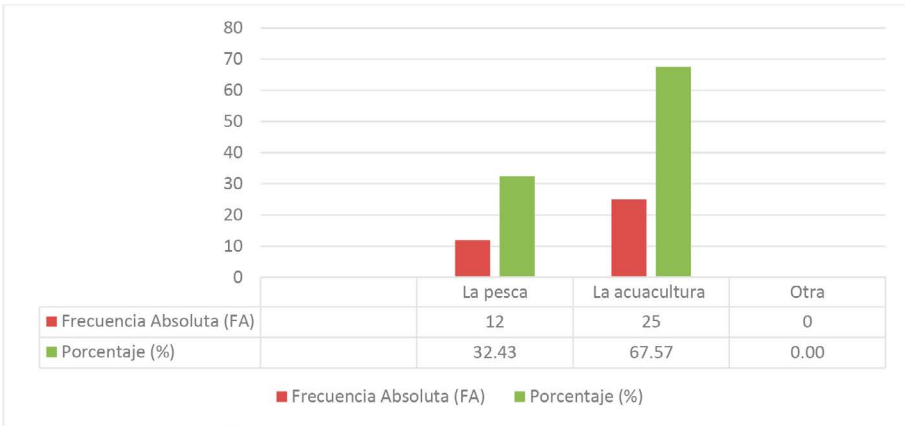


Fuente: Elaboración propia.

Respecto a las prácticas sostenibles identificadas, la acuicultura fue percibida como la más favorable con un 67,57 %, mientras que la pesca obtuvo un 32,43 % (Figura 3). Ningún encuestado seleccionó otras prácticas, lo cual evidencia que las estrategias sostenibles se reconocen principalmente dentro de estas dos actividades.

Figura 3.

La pesca y la acuicultura como prácticas sostenibles.

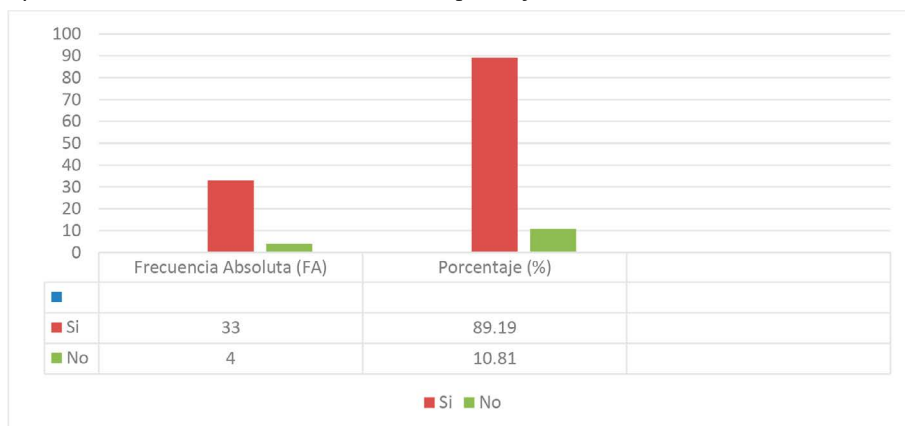


Fuente: Elaboración propia.

Sobre los cambios ambientales, el 89,19 % de los participantes afirmó haber notado modificaciones en ríos, lagunas y mares en los últimos diez años, mientras que solo un 10,81 % no reportó cambios (Figura 4). Esto demuestra una percepción generalizada de degradación ambiental.

Figura 4.

Efectos ambientales a consecuencia de la pesca y la acuicultura.

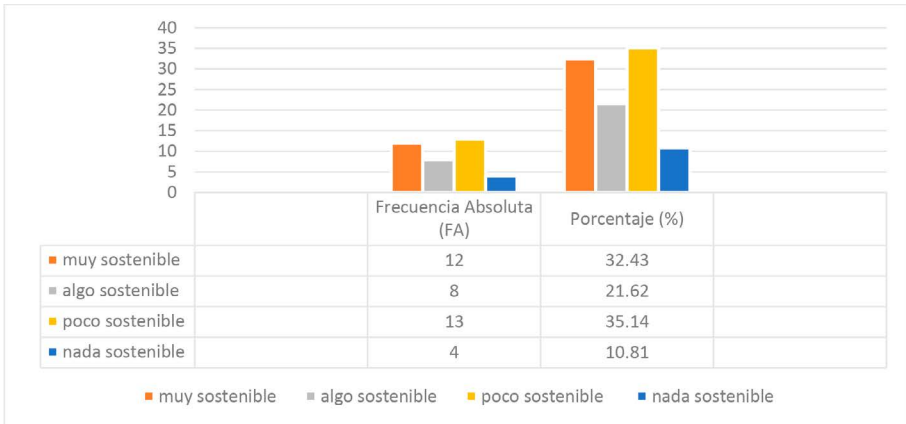


Fuente: Elaboración propia.

La percepción de la sostenibilidad de la pesca actual mostró una tendencia preocupante: 35,14 % la considera poco sostenible y 10,81 % nada sostenible. Solo un 32,43 % la calificó como muy sostenible y un 21,62 % como algo sostenible (Figura 5). En cambio, la acuicultura goza de una visión más positiva: el 59,46 % la ve como muy sostenible, el 21,62 % como algo sostenible, el 13,51 % como poco sostenible y apenas un 5,41 % como nada sostenible (Figura 6).

Figura 5.

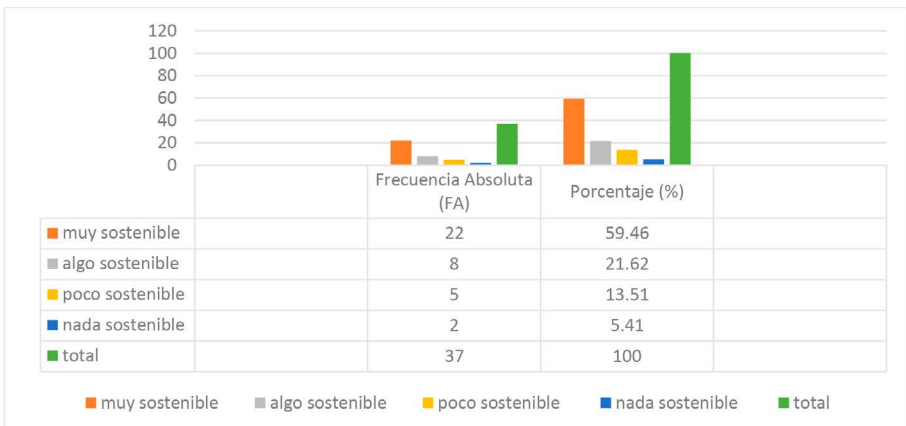
La pesca como una opción sostenible en la región.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6.

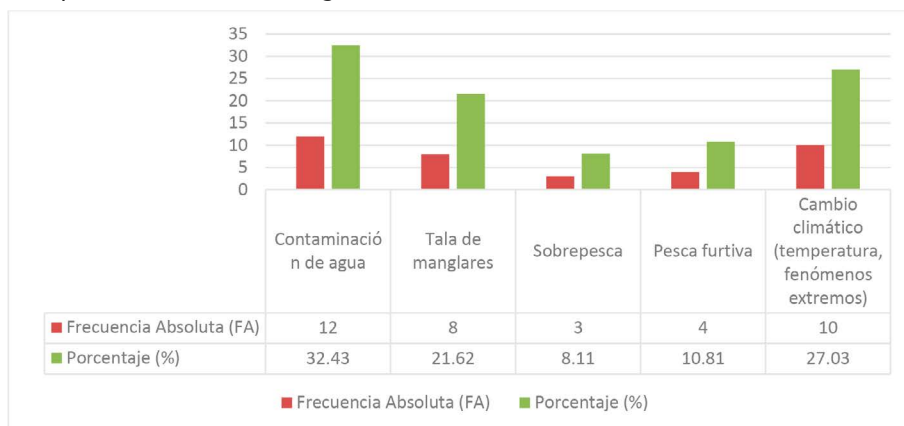
La acuicultura como una opción sostenible en la región.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, los problemas ambientales más graves señalados fueron la contaminación del agua (32,43 %), el cambio climático (27,03 %), la tala de manglares (21,62 %), la pesca furtiva (10,81 %) y la sobrepesca (8,11 %) (Figura 7). Estos resultados ponen en evidencia que los desafíos ambientales se perciben principalmente asociados a factores externos (contaminación y cambio climático) y a la pérdida de hábitats clave.

Figura 7.
Desafíos ambientales en la región.



Fuente: Elaboración propia.

4.1 Análisis FODA

Este método permitió evaluar factores internos (como capacidades, recursos y organización) y externos (como condiciones ambientales, políticas y de mercado) que influyen en la sustentabilidad del sector.

- En cuanto a las fortalezas, el sector pesquero y acuícola cuenta con elementos sólidos que favorecen su desarrollo:
- Su reconocimiento como actividad vinculada a la seguridad alimentaria legitima su importancia social y económica.
- Las condiciones climáticas y la capacidad hídrica ofrecen ventajas comparativas para la producción de especies endémicas.
- Se destacan esfuerzos en investigación y asesoría técnica, lo cual impulsa la innovación y mejora de procesos.
- La existencia de mercados y consumidores asegura la colocación de productos y fomenta la estabilidad económica.

En las oportunidades existen condiciones externas que pueden potenciar el crecimiento del sector:

- La ubicación estratégica favorece la comercialización y el acceso a diferentes mercados.

- El apoyo institucional y las convocatorias permiten acceso a financiamiento y programas de desarrollo.
- La alta demanda de mercado y la tendencia hacia la reconversión productiva hacia la acuicultura abren posibilidades de diversificación y mayor sostenibilidad.
- El fortalecimiento del marco legal y el impulso al turismo pesquero y recreativo amplían horizontes de crecimiento.

En las debilidades, el sector enfrenta retos internos que limitan su desarrollo:

- Un marco legal incompleto y obsoleto, sumado a la burocracia excesiva, dificulta la formalización y el crecimiento.
- La desorganización institucional y la falta de investigación generan deficiencias en la planificación.
- Problemas productivos y operativos, así como una debilidad organizativa y social, reducen la competitividad y resiliencia del sector.

Dentro de las amenazas existen factores externos que ponen en riesgo la sostenibilidad:

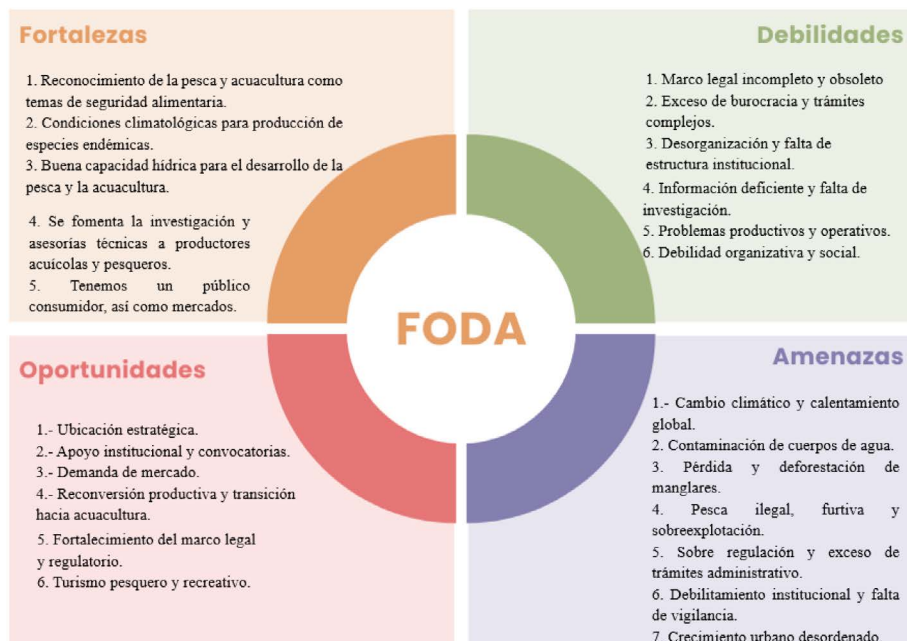
- El cambio climático y la contaminación de cuerpos de agua deterioran los ecosistemas base de la producción.
- La pérdida de manglares, junto con la pesca ilegal y la sobreexplotación, comprometen la biodiversidad y la productividad a largo plazo.
- El exceso de regulación y trámites, sumado a la falta de vigilancia institucional, limita la capacidad de respuesta.
- El crecimiento urbano desordenado genera presiones adicionales sobre los recursos naturales.

Por lo tanto, la matriz FODA evidencia que el sector pesquero y acuícola tiene un alto potencial de crecimiento, gracias a sus condiciones naturales, reconocimiento social y oportunidades de mercado (Figura 8). Sin embargo, para aprovechar estas ventajas, debe superar debilidades estructurales internas (como la falta de organización y un marco legal obsoleto) y enfrentar amenazas ambientales y sociales que comprometen su sostenibilidad.

La clave será fortalecer la institucionalidad, modernizar el marco regulatorio y aprovechar las oportunidades de la acuicultura y el turismo sustentable, al tiempo que se mitigan los impactos del cambio climático y la contaminación.

Figura 8.

Matriz FODA de los criterios evaluados sobre la pesca y acuicultura sustentable.



Fuente: Elaboración propia.

5. Discusiones

Los hallazgos de la investigación confirman que la sostenibilidad se ha consolidado como una prioridad ineludible en las comunidades vinculadas a la pesca y acuicultura. La alta valoración otorgada a este concepto refleja una creciente conciencia ambiental y una comprensión clara de que la viabilidad futura del sector depende de prácticas responsables.

El predominio de las cooperativas pesqueras como actores centrales sugiere que las estrategias de intervención y gestión deben apoyarse fuertemente en estas organizaciones, que funcionan como núcleo de

cohesión social y económica. Sin embargo, la participación de instituciones educativas resulta igualmente significativa, pues permite generar sinergias en la formación, capacitación y transferencia de conocimiento.

La preferencia por la acuicultura como práctica sostenible, en detrimento de la pesca, evidencia un cambio de paradigma en el manejo de los recursos acuáticos. Mientras la pesca es percibida mayoritariamente como poco o nada sostenible, la acuicultura se asocia con mayor potencial de equilibrio entre producción y conservación. Esto plantea un escenario en el que el fortalecimiento de prácticas acuícolas responsables puede ser clave para asegurar la seguridad alimentaria y el bienestar económico de las comunidades.

Por otro lado, la casi unanimidad en la percepción de cambios ambientales refleja la urgencia de atender problemas de gran escala como la contaminación del agua y el cambio climático. La tala de manglares aparece como un factor local de fuerte impacto, al estar directamente relacionada con la pérdida de biodiversidad y de servicios ecosistémicos. Aunque la sobrepesca y la pesca furtiva son reconocidas como problemáticas, resultan menos prioritarias desde la percepción comunitaria, lo cual puede indicar una normalización de estas prácticas o una mayor preocupación por los problemas de carácter global.

6. Conclusiones

En conclusión, los resultados de esta investigación ponen de manifiesto la necesidad de fortalecer políticas públicas y estrategias comunitarias orientadas a la transición hacia sistemas más sostenibles, con énfasis en el fomento de la acuicultura responsable, el control de la contaminación, la mitigación de los efectos del cambio climático y la protección de ecosistemas críticos como los manglares. El reto no solo radica en implementar estas medidas, sino en garantizar la participación de los actores locales, quienes ya han demostrado tener conciencia y disposición para impulsar la sostenibilidad del sector.

Para alcanzar un equilibrio entre desarrollo económico y conservación, resulta imprescindible el diseño e implementación de políticas públicas inclusivas, con la participación de las comunidades y organizaciones locales.

La transición hacia sistemas sostenibles no solo depende de acciones técnicas, sino también del compromiso social y de la integración de diversos actores en un esfuerzo común.

7. Referencias

- Bostock, J., Lane, A., Hough, C., y Yamamoto, K. (2010). An assessment of the economic contribution of EU aquaculture production and the influence of production methods on environmental impact. Comisión Europea. https://ec.europa.eu/fisheries/documentation/studies/aquaculture_en.pdf
- Gobierno de Veracruz. (17 de julio de 2024). Veracruz, quinto lugar nacional en producción y valor pesquero. Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca. <https://www.veracruz.gob.mx/2024/07/17/veracruz-quinto-lugar-nacional-en-produccion-y-valor-pesquero/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1995). Código de conducta para la pesca responsable. <https://www.fao.org/fishery/code-of-conduct/es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2022). El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022: Hacia la transformación azul. <https://www.fao.org/3/cc0461es/cc0461es.pdf>
- Páez-Osuna, F. (2001). The environmental impact of shrimp aquaculture: Causes, effects, and mitigating alternatives. *Environmental Management*, 28(1), 131–140. <https://doi.org/10.1007/s002670010212>
- Soto, D., Aguilar-Manjarrez, J., y Hishamunda, N. (Eds.). (2008). *Acuicultura y medio ambiente: Una actualización de la situación en América Latina y el Caribe*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/3/i0352s/i0352s.pdf>
- Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de Chile. (2021). *Estrategia nacional de acuicultura sostenible*. <https://www.subpesca.cl>
- Weihrich, H. (1982). The TOWS matrix—A tool for situational analysis. *Long Range Planning*, 15(2), 54–66. [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(82\)90120-0](https://doi.org/10.1016/0024-6301(82)90120-0)

World Bank, Food and Agriculture Organization, & International Food Policy Research Institute. (2013). Fish to 2030: Prospects for fisheries and aquaculture (Report No. 83177-GLB). <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/458861468152376668/fish-to-2030-prospects-for-fisheries-and-aquaculture>

Capítulo 4

Políticas públicas y económicas: Análisis comparativo en Veracruz y Jalisco para identificar las acciones a favor de los ODS

*Antonio Huerta Estévez¹
Manuel Alberto Susunaga Miranda²
José Satsumi López Morales³*

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE26001760>



¹ Tecnológico Nacional de México /IT de Veracruz. Email: antotnio.he@veracruz.tecnm.mx. ORCID: 0000-0003-3600-4540.

² Tecnológico Nacional de México/IT de Veracruz. Email: manuel.sm@veracruz.tecnm.mx. ORCID: 0000-0002-5595-0914.

³ Tecnológico Nacional de México/IT de Veracruz. Email: jose.lm@veracruz.tecnm.mx. ORCID: 0000-0001-5269-3871.

Resumen

El objetivo de este capítulo es analizar las acciones gubernamentales de los estados de Veracruz y Jalisco que inciden en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) dentro de sus políticas públicas económicas. Mediante un análisis de contenido de los informes de gobierno de 2024 de dichos estados de México, se tuvieron como principales hallazgos el hecho de que, a pesar de tener diferencia en el nombre de las políticas públicas económicas, ambos estados muestran grandes similitudes en los programas y la ejecución de dichas políticas. Además, se identificó que, si bien hay semejanzas entre sus políticas, cada entidad conserva políticas específicas, que difieren de la otra, priorizando el contexto de cada estado. Es importante señalar que, incluso dentro de los programas y acciones que integran a dichas políticas públicas, se ha logrado identificar algunos con denominaciones parecidas. Un hallazgo a destacar dentro de este análisis es la enorme diferencia que existe entre estos estados con relación a la declaratoria explícita de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, ya que uno de ellos no los menciona de manera precisa.

1. Introducción

El objetivo central de este capítulo es analizar las políticas públicas para el desarrollo económico de los estados de Veracruz y Jalisco. Las políticas públicas enfocadas en la economía son en muchos casos el centro de atención principal de los gobiernos de diferentes ideologías y regiones (Acosta, Ponce y Alvarado-Peña, 2021). Por otra parte, estos estudios se han enfocado, en su mayoría, en países y han dejado de lado el estudio de políticas específicas de los gobiernos subnacionales dentro de los países (Connell et al., 2022).

En este contexto, México, al ser una federación de estados soberanos, ofrece un importante laboratorio de estudio de las políticas públicas económicas a nivel subnacional. El país está constituido por 32 estados

cuyos gobiernos se enfrentan a diferentes realidades, así como a problemas comunes, lo que hace que sus diversas políticas públicas puedan presentar similitudes y diferencias. Entender estas similitudes y diferencias avanzará el conocimiento sobre su formulación e implementación, dado que se podrán derivar líneas de acción en el futuro para que sean más adecuadas a las realidades específicas del país.

Este capítulo abordará los casos específicos de los estados de Veracruz y Jalisco. Ambos estados tienen similitudes y diferencias que hacen que, al comparar sus políticas públicas económicas, se puedan obtener resultados que sumen a la formulación e implementación de las políticas, así como a la literatura sobre políticas públicas económicas a nivel subnacional. Además, el estudio de las políticas públicas económicas en el nivel subnacional en México es un área con escasos estudios (Cejudo y Gómez-Álvarez, 2023).

Es así que lo estructuraremos de la siguiente manera: Primero se presenta el marco teórico enfocado en políticas públicas y políticas económicas. Segundo, se presente la metodología para el logro del objetivo. Tercero, se muestran y discuten los principales resultados. Finalmente, se discuten las conclusiones y futuras áreas de investigación identificadas.

2. Marco teórico

2.1 Política pública

De acuerdo con la literatura, las políticas públicas se utilizan para solucionar problemas a través de la intervención del gobierno, que, dependiendo del problema, puede ser nacional, estatal o municipal (Aguilar, 2013). Para ser más específico, una política pública es un conjunto de acciones que realizan los gobiernos que tienen por objetivo influir en las actividades dentro de la sociedad de los ciudadanos (Ruíz-López y Cárdenas-Ayala, 2003). Además, la política pública tiene dos aspectos muy importantes: en primer lugar, es elaborada por los gobiernos y no por particulares; y en segundo lugar, refleja las decisiones que el gobierno toma o no toma (Dye, 2013).

Asimismo, la literatura presenta el ciclo de las políticas públicas como la mejor manera de poder analizar el tema; a pesar de ser propuesto en

1970, continúa teniendo vigencia. Primero, consiste en la generación de un problema público; segundo, se presenta un diseño de solución; tercero, la implementación; y, por último, se realiza la valoración de los resultados (Laswell, 1970). Las políticas públicas pueden influir en distintos ámbitos de la vida social de un grupo humano (Takman y Gonzalez-Aregall, 2024). Dentro de estos ámbitos se encuentran el educativo, el económico, la salud, los aspectos de sostenibilidad, entre otros (Dudek y Spiewak, 2022; Peñaloza y Manzanares, 2022; Suprayitno et al., 2024).

Es importante entender que la política pública puede ser entendida desde dos aspectos: El primero es para la solución de problemas, que se centra en las funciones y actividades del gobierno en atender las diversas problemáticas de la sociedad. El segundo está más relacionado con los grupos de interés (stakeholders), los movimientos sociales, la sociedad civil y, en general, todos los actores que intentan influir en la agenda pública a favor de sus intereses particulares (Canto-Sáenz, 2021).

En América Latina se han identificado estudios donde se analizan las políticas públicas en estados subnacionales. En Colombia se identificó un estudio que analiza la construcción de la política pública sobre educación ambiental en 10 departamentos (Estados), a través de la revisión de los planes de desarrollo (Alvear-Narváez y Urbano-Pardo, 2022). En México se realizó un estudio para identificar los efectos de la corrupción en las políticas públicas en 255 municipios del país (Martínez-Hernández, 2024).

2.2 Política económica

La política económica representa un conjunto de normas y lineamientos con los que el Estado regula y orienta la dinámica económica del país, y engloban el comportamiento de diversos ámbitos de la vida nacional y los instrumentos correspondientes para su operación a través de políticas como la fiscal, monetaria y exterior (Torres y Rojas, 2015). Asimismo, la política económica se centra en la eficacia, equidad, reglamentación sobre las diversas actividades económicas de un país o región (Carrasco et al., 2016). Asimismo, la literatura señala que la política económica es una herramienta para los gobiernos para responder a crisis financieras y solventar problemas en los mercados (Kong et al., 2022).

La literatura identifica dos perspectivas que se contraponen. Por un lado, una buena política económica produce resultados favorables y de ahí se debe probar que también es una buena política. Por otro lado, la implementación de una buena política económica es muchas veces vista como que requiere ser fuerte y autónoma (Rodrik, 2018). Si bien estos enfoques pueden parecer que se contraponen, es necesario implementar de la mejor manera las políticas económicas. Asimismo, un tema importante en política económica es la cuestión de organizar los diferentes objetivos de esta, puesto que el logro de todos al mismo tiempo puede ser complicado (Carrasco et al., 2016).

Es importante mencionar que se identifican dos enfoques de la política económica. El primero es el normativo, que se refiere a cómo deben actuar las autoridades (gobierno) en temas económicos para lograr sus objetivos. El segundo enfoque es el positivista, que tiene que ver con el tratamiento y análisis científico de las acciones que llevan a cabo los gobiernos; es decir, se trata de entender por qué los gobiernos actúan de una u otra forma. Una conclusión de estas ideas es que la política económica normativa se ocupa de las acciones y el enfoque positivista de la formulación de las políticas económicas (Rincon-Castillo, 2017).

Es importante mencionar que la política económica no es una sola; la literatura identifica diferentes tipos de modelos de política económica, los cuales modifican la forma de distribuir la riqueza e incidir en la sociedad. Un modelo es el neoliberalismo, que tiene como objetivo principal el libre mercado, que ha demostrado que incrementa la desigualdad. Otro modelo es la economía social de mercado y el estado de bienestar, cuyo principal objetivo es que los beneficios del crecimiento económico sean distribuidos de manera más justa, aunque esto genera problemas para el crecimiento económico (Suleiman, 2025).

3. Metodología

Para la recolección de información necesaria para el análisis de las políticas públicas en materia económica en los estados de Veracruz y Jalisco, se realizó una investigación documental mediante la revisión de los informes de gobierno del año 2024. Este año correspondió al último del

gobierno estatal en dichas entidades, es decir, en ese año se terminó el mandato de los gobernadores en turno, los cuales iniciaron simultáneamente en 2018 y concluyeron en 2024 (Alfaro-Ramírez, Enrique, 2024; García-Jiménez, Cuitláhuac, 2024).

Es importante mencionar que se seleccionaron los Estados de Veracruz y Jalisco al ser los Estados que tienen una mayor población y cosas en el mar. Las otras dos entidades más pobladas del país —el Estado de México y la Ciudad de México— tienen características diferentes dada su ubicación geográfica e importancia política, ya que parte del Estado de México y la Ciudad de México están conurbados. Ahora bien, el estado de Veracruz tiene una población de 8 062 579 habitantes con una extensión territorial de 71 823.5 kilómetros cuadrados, mientras que el estado de Jalisco tiene una población de 8 348 151 habitantes y tiene una extensión territorial de 78 595.9 kilómetros cuadrados, de acuerdo al último censo poblacional del 2020. Esto indica que son dos estados muy similares en población y territorio (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2025).

La investigación documental se encarga de recolectar y seleccionar información de las lecturas de documentos para analizar, identificar, seleccionar y articular datos con el objeto de estudio (Guerrero Dávila, 2015). Otra de las metodologías usadas es el análisis de contenido, la cual es una metodología objetiva y sistematizada que permite realizar estudios comparativos entre diversos documentos para la interpretación del mismo con el fin de identificar las representaciones que el autor del documento trataba de difundir. Se emplea en la investigación como una técnica que permite la descripción objetiva y sistemática del contenido manifiesto de la comunicación (Aigner, 2009).

De acuerdo con el trabajo realizado por Arbeláez y Onrubia (2014), la técnica del análisis de contenido permite de manera válida interpretar textos y documentos de forma explícita o implícita. No se debe perder de vista que el objetivo del análisis de contenido cualitativo es identificar la presencia de temas, palabras e inclusive conceptos en un contenido, así como su sentido dentro de un texto en un contexto (Díaz-Herrera, 2018).

El análisis de contenido ayuda a revisar qué pondera los mensajes o contenidos en categorías y subcategorías a partir de los criterios definidos para someterlo a un análisis cuantitativo (cálculo de cantidades, porcen-

tajes y promedios). En este sentido, la revisión que se realizó consistió en la identificación, dentro del índice o contenido de los informes de gobierno, de los ejes del gobierno para localizar el apartado de dicho informe en donde se encontraban las políticas públicas referidas al sector económico, también conocidas como políticas económicas. Una vez hecho esto, se procedió a identificar aquellos programas que integran cada una de esas políticas económicas en cada uno de los informes finales de cada estado en cuestión.

Una vez identificadas las políticas económicas en cada informe y sus programas, se realizó una comparativa entre Veracruz y Jalisco para establecer cuáles eran las políticas públicas y programas que se repetían en los estados. También se estableció cuáles eran las políticas que, a pesar de no tener el mismo nombre, tenían el mismo objetivo primordial en ambos estados, inclusive teniendo programas iguales, similares o que estaban ubicados en algún eje de gobierno diferente al económico, por ejemplo, en el eje educativo, social o ambiental. Por último, se identificaron las políticas ausentes en un estado pero presentes en el otro, lo que refleja visiones de gobierno distintas en ambas entidades.

4. Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para alcanzar el objetivo de esta investigación.

Tabla 1.
Políticas económicas de Veracruz y Jalisco.

Veracruz		Jalisco	
Políticas económicas		Desarrollo económico	
Políticas pública	Programas	Políticas pública	Programas
Desarrollo económico	Inversión Extranjera Directa	Industria, comercio y servicios	Atracción de inversión
	Desarrollo del mercado interno		Comercio exterior
	Fideicomiso Fondo del Futuro		Comercio interno y desarrollo empresarial
	Promoción artesanal		Mejora regulatoria
	Promoción de la calidad y la competitividad		Proyectos estratégicos y transversales
	Mejora regulatoria		Programas públicos para el fortalecimiento de la industria, comercio y servicios
	Comercio exterior		
Empleo	Vinculación laboral	Turismo	Promoción turística
	Desarrollo de capacidades		Clúster industria de reuniones
	Justicia laboral		Pueblos mágicos
			Rutas turísticas y turismo rural
Infraestructura	Carreteras	Energía	Turismo social
	Obras públicas		Turismo de playa
	Telecomunicaciones		Profesionalización del sector turístico
	Maquinaria		Guadalajara capital del entretenimiento
			Industria cinematográfica y audiovisual
			Suministro de hidrocarburos
			Suministro y generación eléctrica
			Soporte para un desarrollo energético integral
			Desarrollo energético municipal
			Colaboración nacional e internacional

Veracruz		Jalisco	
Políticas económicas		Desarrollo económico	
Políticas pública	Programas	Políticas pública	Programas
Sector primario	Agrícola Pecuario Pesca y acuicultura Desarrollo de capacidades en zonas rurales Agronegocios Gestión para el financiamiento Infraestructura	Financiamiento para el desarrollo	Categorías transversales Fondo de Garantías Academia FOJAL
Turismo	Eventos turísticos ancla Arte popular Turismo deportivo Turismo de cinematografía Turismo de negocios Vinculación empresarial y social Municipios con vocación turística Pueblos mágicos Promoción y comunicación Programa Estatal de Certificación y Capacitación Turística (PECCATUR) Fideicomisos públicos	Innovación, ciencia y tecnología	Desarrollo científico y Tecnológico Innovación Ciudad Creativa Digital
Finanzas	Deuda pública total Política de ingresos Planeación Inversión pública Participaciones y aportaciones a municipios Fideicomisos Patrimonio del Estado Pensiones, jubilaciones y prestaciones	Capital humano	Vinculación laboral Formación del capital humano Paz y justicia social

Veracruz		Jalisco	
Políticas económicas		Desarrollo económico	
Políticas pública	Programas	Políticas pública	Programas
		Campo	Infraestructura rural Desarrollo de capacidades productivas Competitividad agroalimentaria Sanidad e inocuidad alimentaria Sustentabilidad y saneamiento de cuerpos de agua Fomento a la producción agropecuaria, acuícola y pesquera

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1 se muestran los resultados del análisis de contenido en los informes de gobierno de los estados de Jalisco y Veracruz. En relación a las políticas públicas, podemos encontrar que Veracruz contempla seis políticas económicas, mientras que Jalisco contempla siete bajo el rubro de desarrollo económico, tal como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2.
Políticas públicas económicas de los Estados de Veracruz y Jalisco.

Veracruz	Jalisco
Turismo	Turismo
Desarrollo económico	Industria, comercio y servicios
Empleo	Capital humano
Sector primario	Campo
Infraestructura	Innovación, ciencia y tecnología
Finanzas	Financiamiento para el desarrollo
	Energía

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de dichas políticas públicas se cuentan con los programas de gobierno que se desarrollan acorde a dicha política. Enseguida, se llevó a cabo el análisis y la comparación de dichas políticas con sus respectivos programas. Se identificaron tres políticas públicas que tienen mucha similitud en nombre o incluso en los programas de gobierno a desarrollar, las cuales se enlistaron a continuación:

4.1 Turismo

Ambos establecen explícitamente en sus informes la política pública de turismo. Además, cuentan con programas de gobiernos que se van enfocados al desarrollo del mismo rubro, como por ejemplo la promoción turística y pueblos mágicos. Pero también existen otros programas que tienen nombres similares, pero que van enfocados al mismo objetivo, tales como se ven en la tabla 3.

Tabla 3.
Políticas públicas de turismo en Veracruz y Jalisco.

Veracruz	Jalisco
Turismo de negocios	Clúster industria de reuniones
Turismo de cinematografía	Industria cinematográfica y audiovisual
Turismo deportivo	Rutas turísticas y turismo rural
Programa Estatal de Certificación y Capacitación Turística (PECCATUR)	Profesionalización del sector turístico

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Desarrollo económico e Industria, comercio y servicios

En Veracruz se tiene una “política pública de desarrollo económico”; en Jalisco tiene el nombre de “Industria, comercio y servicios”. Sin embargo, ambas políticas fueron creadas con el mismo fin: el fortalecimiento del desarrollo económico y productivo del estado. En ambos casos, se cuentan con programas de gobiernos con nombres iguales, tales como mejora regulatoria y comercio exterior, aunque existen otros programas que tienen nombres similares, pero se enfocan en lo mismo, tal como lo muestra la tabla 4.

Tabla 4.*Políticas pública de desarrollo económico en Veracruz y Jalisco.*

Veracruz	Jalisco
Inversión Extranjera Directa	Atracción de inversión
Desarrollo del mercado interno	Comercio interno y desarrollo empresarial
Promoción de la calidad y la competitividad	Programas públicos para el fortalecimiento de la industria, comercio y servicios

Fuente: Elaboración propia.

4.3 Empleo y capital humano

A pesar de tener nombres diferentes en Veracruz y Jalisco, ambas políticas se enfocan en la vinculación del sector productivo de la población para impulsar la capacitación, lo que permite fortalecer las habilidades y las destrezas de las personas trabajadoras con el fin de promover la mano de obra calificada en el nivel operativo. Estas políticas cuentan con un solo programa del mismo nombre, el cual es el de vinculación laboral. En la tabla 5 podemos ver de los programas la similitud existente en nombres de programas que se enfocan en el mismo fin.

Tabla 5.*Políticas públicas del empleo/capital humano.*

Veracruz	Jalisco
Desarrollo de capacidades	Formación del capital humano
Justicia laboral	Paz y justicia social

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Sector primario y campo

En ambos estados se contempla una política económica que va enfocada en el campo. En Veracruz es denominada “sector primario” por su actividad principal predominante en el estado. En este sentido, existe una gran similitud en programas pertenecientes a dichas políticas económicas entre estos estados, ya que ambos abordan el tema de infraestructura y desarrollo de capacidades productivas, además de otros programas que, a pesar de la diferencia en sus nombres, se enfocan al mismo objetivo, tal como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6.
Políticas públicas del sector primario/campo.

Veracruz	Jalisco
Agrícola	Competitividad agroalimentaria
Pecuario	Sanidad e inocuidad alimentaria
Pesca y acuacultura	Sustentabilidad y saneamiento de cuerpos de agua
Agronegocios	Fomento a la producción agropecuaria, acuícola y pesquera
Gestión para el financiamiento	

Fuente: Elaboración propia.

Estos programas tienen como objetivo dar atención a los grupos de pequeños y medianos productores agrícolas, pecuarios y pesqueros que ayuden al desarrollo de sus capacidades en zonas rurales y que estén enfocados principalmente en el fomento de la producción para la suficiencia agroalimentaria mediante financiamiento o infraestructura necesaria. Sin embargo, también se encontraron políticas públicas en el rubro económico que, en nombre, no se logra identificar una similitud entre ambos estados. Por ejemplo:

4.5 Financiamiento para el desarrollo

En Jalisco, este es el nombre que se le da a la política pública que va enfocada al desarrollo del Fondo Jalisco de Fomento Empresarial (FO-JAL), el cual incentiva el emprendimiento para impulsar el desarrollo de MiPymes mediante sus diversos programas. En Veracruz, estos apoyos se brindan en los programas de desarrollo del mercado interno dentro de la política pública de desarrollo económico.

El programa Fondo de Garantías en Jalisco está orientado principalmente a mantener una salud financiera sólida para hacer frente a sus compromisos, la cual, en el estado de Veracruz, se identifica como el programa de Deuda Pública Total. Esta va enfocada a solventar los compromisos en relación a la deuda y el ejercicio del gasto dentro de la política pública de finanzas.

4.6 Energía

El estado de Jalisco contempla la política pública enfocada a la política energética que va dirigida al suministro de hidrocarburos, así como a la generación eléctrica y soporte para un desarrollo energético integral y municipal. Esto crea un gran contraste con el estado de Veracruz, que no contempla de manera explícita o implícita dicho rubro, ya que no se encontró registro alguno de algún programa enfocado al sector energético.

4.7 Innovación, ciencia y tecnología

Esta política pública implementada por el estado de Jalisco establece el impulso a la ciencia y el desarrollo tecnológico basado en tecnologías digitales, ciencia de datos, biotecnología, innovación y diseño, ciudades inteligentes y sustentabilidad, y artes digitales. También contempló programas como Desarrollo científico y tecnológico, Innovación y la Ciudad Creativa Digital. Como tal, el estado de Veracruz no contempla dentro de la política económica ningún rubro enfocado a la ciencia y tecnología. Sin embargo, dentro de la política pública de educación se establecen programas de ciencia y tecnología donde se atiende el desarrollo tecnológico del estado.

Cabe destacar que en Veracruz, la política pública de educación se orienta prioritariamente a las bases del sistema, tales como la educación básica, la infraestructura y la capacitación docente, en lugar de una formación centrada en ciencia y tecnología, a diferencia de Jalisco.

4.9 Infraestructura

Una de las políticas económicas en el estado de Veracruz es la que se refiere a la infraestructura. Esta va enfocada a sus programas de carreteras, obras públicas, telecomunicaciones y maquinaria, a la construcción de caminos, a la mejora de puentes y obras debidamente terminadas que impulsen el desarrollo económico y social en todas las regiones del estado.

En el caso del estado de Jalisco, este rubro está contemplado dentro de la política pública de desarrollo sostenible del territorio bajo el nombre de “infraestructura para el desarrollo”. En esta se propuso transformar

el rostro de la red carretera del estado mediante la construcción, rehabilitación y mantenimiento de carreteras y puentes estatales..

4.10 Finanzas

Esta política económica contempla programas relacionados con la gestión de la deuda pública, los ingresos, la planeación patrimonial del Estado, entre otros. Los cuales van enfocados al manejo racional, austero, prudente y disciplinado del ingreso, así como del gasto, la deuda y el patrimonio estatal.

En el caso del estado de Jalisco, dentro del apartado de Gobierno, se contempla una política pública llamada "Hacienda Pública" enfocada en la implementación, la operación y las buenas prácticas del Presupuesto basado en Resultados (PbR) y el Sistema de Evaluación del Desempeño (SED). Así mejora en la eficiencia y eficacia del gasto público, teniendo programas como transparencia presupuestaria, inversión pública y deuda pública.

Otro aspecto a destacar dentro de los resultados obtenidos es la manera en que el informe de gobierno del estado de Veracruz declara de forma explícita cómo cada una de las políticas públicas económicas incide en los ODS. Estas políticas contribuyen de manera importante a la ODS número 8, la cual se refiere al trabajo decente y crecimiento económico, lo cual suena congruente, ya que estas políticas van enfocadas al rubro económico del estado de Veracruz y se mencionan en cinco de las seis políticas económicas. De igual manera, la ODS número 2, que va enfocada al hambre cero; la ODS número 9, que se refiere a la industria, innovación e infraestructura; así como la ODS número 16, que habla de la paz, justicia e instituciones sólidas, también son referidas en dichas políticas públicas económicas. Esto a diferencia del estado de Jalisco, donde no se hace mención alguna de forma clara o explícita acerca de cómo dichas políticas contribuyen al logro de los ODS.

Dentro de los programas y acciones que integran a dichas políticas públicas económicas, en el estado de Veracruz se pueden destacar algunos ejemplos claros que son declarados dentro de un apartado especial en el informe de gobierno que se refiere al cumplimiento de los ODS en dichas políticas. En la tabla 7 se muestran algunos ejemplos de dichas acciones con su impacto en los indicadores del gobierno estatal, así como el ODS al que impactan.

Tabla 7.
Acciones puntuales a favor de los ODS.

Acciones	Indicadores	ODS
Hecho en Veracruz: Certifica el cumplimiento de los principales requisitos comerciales solicitados por empresas líderes, de 26 cadenas comerciales.	416 empresas certificadas en el sexenio	8 y 9
Gasoducto cosoleacaque: Inversión de la empresa TC Energía que conectará la puerta al sureste en Coatzacoalcos con el Sistema Troncal Cenegas, Gasoducto de Cactus-San Fernando.	2400 mdp en inversión	8 y 9
Ferias de empleo: Apoyos al sector desempleado y subempleado en 20 municipios con mayor desempleo laboral.	32 ferias de empleo 7425 personas atendidas	1 y 8
Distintivo clima laboral favorable: Promueve y difunde la importancia de un clima laboral favorable en los centros de trabajo para el alcance de objetivos, promoviendo condiciones adecuadas para que las personas trabajadoras tengan un balance entre su vida personal y el trabajo.	10 distintivos entregados	8 y 17
Programa de infraestructura carretera: Inversión de más de 2073 millones de pesos en más de 100 obras de construcción, reconstrucción, mantenimiento y conservación de carreteras, caminos, puentes y obras conexas en 64 municipios.	322.9 km en red carretera estatal 13 municipios indígenas 20 municipios de Alto y Muy Alto grado de rezago	8, 9 y 17

Acciones	Indicadores	ODS
Programa de infraestructura carretera: Inversión de más de 2073 millones de pesos en más de 100 obras de construcción, reconstrucción, mantenimiento y conservación de carreteras, caminos, puentes y obras conexas en 64 municipios.	2 municipios indígenas 2 municipios de Alto y Muy Alto grado de rezago 2 200 251 personas atendidas	6, 9 y 11
Catálogo de productos turísticos: En 6 años de esta Administración se conformó un catálogo virtual de 412 productos que muestran la diversa gama de recreación turística que se tiene en todo el Estado.	8 municipios indígenas	8 y 17
Eventos turísticos ancla de carácter masivo: Con la diversificación del turismo en todas las zonas del Estado con eventos masivos: Cumbre Tajín, Salsa Fest, Festival de Cempoala, Tianguis Nacional, Cumbre Olmeca, Expo Turismo, y Festival Xalapa y su Cultura, se han incrementado los ingresos para los prestados de servicios.	3 739 390 visitantes y 3 987 113 162 de pesos de derrama económica	8 y 17
Programa de certificación y capacitación turística: La profesionalización y la certificación de empresas han sido el estandarte para posicionar a Veracruz como destino turístico, mejorando la atención a clientes en segmentos tradicionales y especializados, alcanzando primeros lugares a nivel nacional.	773 certificaciones CO-NOCER 2355 certificaciones turísticas	8 y 17
Transferencia agroecológica en el estado de Veracruz extensionismo 2024: Con el proyecto de capacitación y asesoría técnica a productoras y productores agrícolas, se tienen contratados a 477 extensionistas que participan en 1446 Escuelas Campesinas en 208 municipios de Veracruz.	26 821 personas capacitadas	2 y 8
Fomento a la ganadería sustentable: El programa canaliza apoyos a personas físicas, grupos de trabajo y productores pecuarios de municipios con potencial en este sector, otorgándoles apoyos directos para fomentar la productividad en las unidades y generar valor agregado a sus productos.	3301 beneficiarios	2 y 8

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

De las políticas públicas en materia económica entre los estados de Veracruz y Jalisco, cuatro de ellas tienen una gran similitud, ya sea en el nombre de la política pública o de los programas que integran dicha política. Puesto que, en ambos estados, estas políticas públicas están direccionadas al logro de los mismos objetivos.

Jalisco contempla una política del financiamiento para el desarrollo como un eje principal del tema económico en el gobierno estatal; mientras que en Veracruz lo contempla como un programa de gobierno dentro de la política de finanzas, dentro del cual existen otros programas de gobierno que se desarrollan en el tema de finanzas. Esto nos indica que en el gobierno de Veracruz se da un mayor énfasis, por lo menos en el documento escrito, al tema de políticas enfocadas específicamente en las finanzas estatales.

Es importante destacar cómo el estado de Jalisco integra el tema de innovación, ciencia y tecnología en la política económica. Jalisco lo percibe desde el apoyo económico que se requiere para el desarrollo de estos rubros en vía del progreso, mientras que Veracruz la enfoca desde la política educativa mediante la implementación en el sector educativo en las escuelas en los diferentes niveles educativos.

En la cuestión de infraestructura, ambos estados la integran desde su perspectiva. Mientras que en Jalisco la contemplan como un programa desde la política de desarrollo sostenible en perspectivas del futuro, lo cual le da un enfoque interesante; en Veracruz se integra desde la perspectiva económica y el cuidado de las finanzas para el desarrollo de esta infraestructura en la construcción y rehabilitación de caminos, puentes y carreteras que permitan el mayor desarrollo posible de pueblos y comunidades.

Por último, en el tema de energía es importante señalar cómo el estado de Jalisco lo contempla desde una perspectiva hacia el futuro en vías del desarrollo del estado, y Veracruz directamente no lo contempla ni siquiera como un programa dentro de alguna política pública.

De manera general, las políticas públicas económicas en el estado de Veracruz van más orientadas a los ejes principales del gobierno federal en la atención de las comunidades más vulnerables y no dirigen estas

políticas a esquemas neoliberales como el tema de energía. Mientras tanto, en Jalisco, un estado gobernado por un partido opositor al gobierno federal, se percibe una visión más enfocada al futuro sin dar prioridad a sectores vulnerables. Por último, es muy destacable que, en el gobierno de Veracruz, se declara de manera explícita en cada uno de los programas la incidencia que tienen en cada uno de los ODS; en contraste con el gobierno de Jalisco, que no tiene una declaratoria explícita. Sin embargo, se puede dar una interpretación implícita, ya que en sus políticas y programas sí logran tener una incidencia en dichos ODS.

Finalmente, se identificaron dos áreas para investigaciones futuras. La primera es poder hacer un comparativo con más estados de México y quizás con otras entidades subnacionales de otros países. La segunda área es poder evaluar más a fondo los resultados de estas políticas públicas y de los programas derivados de ellas, para poder detectar áreas de oportunidad y fortalezas de estas y poder mejorar su formulación y ejecución.

6. Referencias

- Acosta, R. M., Ponce, J. C. M., y Alvarado-Peña, L. J. (2021). Influence of public policies in the development of urban services in Aguascalientes, México. *Interciencia*, 46(7-8), 302-308.
- Aigner, M. (2009). Análisis de contenido. Una introducción. *La Sociología En Sus Escenarios*, (3). <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ceo/article/view/1550>
- Aguilar Villanueva, L. F. (2013). *Gobernanza y gestión pública*. Fondo de Cultura Económica.
- Alfaro-Ramírez, E. (2024). Sexto Informe de Gobierno. Jalisco: Gobierno del estado de Jalisco.
- Alvear-Narváez, N. L., y Urbano-Pardo, M. L. (2022). La educación ambiental en Colombia desde los instrumentos de política pública departamental. *Entramado*, 18(1).
- Arbeláez, M., y Onrubia, J. (2014). Análisis bibliométrico y de contenido. Dos metodologías complementarias para el análisis de la revista colombiana *Educación y Cultura*. *Revista de Investigaciones UCM*, 14(23), 14 - 31

- Canto Sáenz, R. (2021). Gestionar la política. Las políticas públicas desde la perspectiva del poder. *Sociológica* (México), 36(104), 41-74.
- Carrasco, M. J. G., Carguacundo, B. M. R., Ramírez, W. A. P., y Enríquez, V. A. Z. (2016). Política Económica. *Contribuciones a la Economía*, 13(4).
- Cejudo, G. M., y Gómez-Álvarez, D. (2023). Uncoordinated federalism: Subnational response to the pandemic crisis in Mexico. *Public Administration and Development*, 43(2), 176-184.
- Connell, A., St Denny, E., y Martin, S. (2022). How can subnational governments develop and deliver distinctive policy agendas? *International Review of Administrative Sciences*, 88(4), 1159-1175.
- Dudek, M., y Śpiewak, R. (2022). Effects of the COVID-19 pandemic on sustainable food systems: lessons learned for public policies? The case of Poland. *Agriculture*, 12(1).
- Dye, T. R. (2013). *Understanding Public Policy*. Pearson.
- García-Jiménez, C. (2024). Sexto informe de gobierno. Gobierno del Estado de Veracruz.
- Guerrero Dávila, G. (2015). *Metodología de la investigación*. Grupo Editorial Patria. <https://ezproxy.unisimon.edu.co:2258/es/ereader/unisimon/40363?page=20>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (25 de Mayo de 2025). Inicio. INEGI. <https://www.inegi.org.mx/default.html>
- Kong, Q., Li, R., Wang, Z., y Peng, D. (2022). Economic policy uncertainty and firm investment decisions: Dilemma or opportunity?. *International Review of Financial Analysis*, 83, 102301
- Lasswell, H. D. (1970). The emerging conception of the policy sciences. *Policy Sciences*, 1, 3–14. <https://doi.org/10.1007/BF00145189>
- Martínez-Hernández, A. A. (2024). Los efectos de la consolidación de la corrupción en las políticas públicas y los tipos de sistemas subnacionales en México. *Gestión y política pública*, 33(1), 69-106.
- Peñalosa, M. R., y Manzanares, E. R. (2022). Política económica y política social, como una política pública para combatir la pobreza. *Espacios públicos*, 12(25).
- Rodrik, D. (2018). Understanding economic policy reform. In *Modern political economy and Latin america*. 59-70. Routledge.

- Rincon- Castillo, E.L. (2017). Políticas públicas y política económica: una discusión teórico conceptual , Revista Ethos Venezolana, 9,1, 11-29.
- Ruiz López, Domingo y Carlos Cadéas Ayala. “¿Qué es una política pública?”. IUS, Revista Jurídica (Universidad Latina de América), Núm. 18 en, <http://www.unla.mx/iusunla18/>.
- Suleiman, F. M. S. (2025). Social Justice and Economic Policy: Analyzing the Interplay Between Welfare and Market Forces. The Open European Journal of Social Science and Education (OEJSSE), 34-45.
- Suprayitno, D., Iskandar, S., Dahurandi, K., Hendarto, T., y Rumambi, F. J. (2024). Public Policy In The Era Of Climate Change: Adapting Strategies For Sustainable Futures. Migration Letters, 21(S6), 945-958.
- Takman, J., y Gonzalez-Aregall, M. (2024). Public policy instruments to promote freight modal shift in Europe: evidence from evaluations. Transport Reviews, 44(3), 612-633.
- Torres, R. y Rojas, A. (2015). Política económica y política social en México: Desequilibrios y cambios, Problemas del Desarrollo ,182, 46, 41-65.
- Wahyudi, A. (2016). Implementasi Rencana Strategis Badan Pemberdayaan Masyarakat Dan Desa Dalam Upaya Pengembangan Badan Usaha Milik Desa Di Kabupaten Kotawaringin Barat. Jurnal Ilmiah Administrasi Publik,2(2), 101- 105.

Capítulo 5

Problemas y soluciones ambientales en las instituciones de educación superior

Grecia Valentina Gutiérrez-Domínguez¹

Diego Antonio Rodríguez-Miller²

Irú Paul Pérez-Morales³

Fabiola Lango –Reynoso⁴

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE26001777>



¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río. ORCID: 0009-0003-7210-4036.

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río.

³ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río. ORCID: 0009-0000-7682-6886.

⁴ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Río. ORCID: 0000-0001-8359-434X. fabiolalango@bdelrio.tecnm.mx.

Resumen

Este capítulo analiza el papel de la educación superior en la promoción del desarrollo sustentable, incorporando la innovación tecnológica como herramienta de apoyo. El objetivo fue identificar las principales problemáticas ambientales en institutos tecnológicos del sur de México y generar propuestas de solución desde la participación estudiantil. La metodología se basó en la dinámica del Foro Nacional de Estudiantes por la Educación e Innovación Tecnológica (2025), en el que 20 instituciones participaron organizando equipos que evaluaron y ponderaron problemas ambientales comunes mediante hojas de trabajo y cartulinas de exposición. Los resultados evidenciaron que los problemas más relevantes fueron: falta de tratamiento de aguas residuales, escasa conciencia ambiental, desperdicio de agua y acumulación de basura. Se concluye que la educación superior, mediante enfoques interdisciplinarios, participación colectiva e integración de tecnologías digitales, constituye un medio eficaz para fortalecer la cultura ambiental y promover soluciones sustentables en las universidades mexicanas.

La educación constituye un eje estratégico para afrontar los retos ambientales, sociales y económicos contemporáneos, especialmente en el marco de la Agenda 2030. El objetivo de este trabajo fue analizar el papel de la educación superior en la identificación de problemáticas ambientales y en la generación de propuestas de solución, integrando la innovación tecnológica como recurso complementario. La metodología se basó en la participación en el Foro Nacional de Estudiantes por la Educación e Innovación Tecnológica (2025), que reunió a 20 institutos tecnológicos del sur de México. A través de dinámicas colaborativas, los estudiantes ponderaron diversas problemáticas ambientales y presentaron propuestas de mejora. Los resultados evidencian que los principales problemas son la falta de tratamiento de aguas residuales, la escasa conciencia ambiental, el desperdicio de agua y la acumulación de basura. Se concluye que la

educación superior, vinculada a la innovación tecnológica y la participación colectiva, fortalece la cultura ambiental y promueve soluciones sustentables.

1. Introducción

En el contexto actual, caracterizado por una crisis ambiental, social y económica sin precedentes, la educación se erige como un pilar fundamental para avanzar hacia el desarrollo sustentable. La ONU ha subrayado que la educación no es únicamente un derecho humano básico, sino también un medio indispensable para la erradicación de la pobreza, la lucha contra el cambio climático y la construcción de sociedades más equitativas y resilientes (UNESCO, 2014).

En esta misma línea, Ortega-Pineda y Ronquillo Benito (2024) sostienen que la educación representa un camino seguro para el futuro, siempre que se sustente en enfoques interdisciplinarios y en la vinculación entre universidad, sociedad y desarrollo sostenible. Este planteamiento resalta la necesidad de que los procesos educativos latinoamericanos trasciendan la enseñanza tradicional para convertirse en espacios de participación, reflexión y generación colectiva de conocimiento.

La educación para la sustentabilidad ha emergido, además, como un enfoque innovador que integra valores, habilidades prácticas y conciencia ambiental, favoreciendo la toma de decisiones informadas y responsables. Tal como destacan Mayo et al. (2023), este tipo de educación fortalece la conexión entre los individuos y su entorno, fomenta la participación y promueve la construcción de sociedades resilientes, capaces de responder a los retos locales y globales de nuestro tiempo.

Asimismo, experiencias recientes en México evidencian la pertinencia de proyectos que combinan la educación con la organización comunitaria. Cartagena-Bolaños (2025) señala que, ante la crisis socioambiental, la creación de nodos educativos virtuales en comunidades representa una vía eficaz para articular saberes locales con propuestas pedagógicas orientadas a la sustentabilidad. Esto permite no solo difundir conocimientos, sino también generar procesos de transformación social que parten de la acción colectiva.

De esta manera, la educación se presenta como el instrumento estratégico para enfrentar los desafíos de la sustentabilidad en el siglo XXI, consolidándose como un medio de transformación que trasciende el aula y se proyecta hacia la construcción de un futuro más justo y sostenible para las generaciones presentes y futuras.

2. Revisión de la literatura

2.1 Evolución conceptual de la educación ambiental hacia la sustentabilidad

El concepto de educación ambiental surge con fuerza en la década de 1970, impulsado por la preocupación global por el deterioro ambiental y la necesidad de formar ciudadanos conscientes. Sin embargo, esta primera visión estaba enfocada principalmente en transmitir conocimientos ecológicos, dejando de lado dimensiones sociales, culturales y económicas.

Con la publicación de 1987 y el surgimiento del término “desarrollo sustentable”, se comenzó a replantear la educación como un proceso integral que no solo abarca la conservación ambiental, sino también la justicia social y el bienestar económico. En este sentido, Soriano Peña et al. (2024) destacan que la integración de la sustentabilidad en la educación superior, particularmente en el Tecnológico Nacional de México (TecNM), responde a un proceso curricular político y contingente. Los autores señalan que los planes de estudio muestran un tránsito gradual desde una visión meramente ambiental hacia una que reconoce la complejidad de los problemas socioambientales contemporáneos.

2.2 La educación superior como eje de transformación socioambiental

Las universidades, al ser espacios de generación de conocimiento, poseen un rol estratégico en la transición hacia sociedades sustentables. Olaguez et al. (2013) analizan cómo en México, desde mediados de los años 80, las instituciones de educación superior comenzaron a discutir la gestión

ambiental a través de redes académicas y congresos especializados. A pesar de estos esfuerzos, el avance ha sido desigual debido a que en muchos casos el medio ambiente se percibe únicamente como recurso económico, lo que restringe la profundidad de las propuestas educativas

Los autores subrayan que, para que la educación ambiental cumpla su función transformadora, debe trascender los enfoques instrumentales y promover la conciencia crítica, el compromiso social y la interdisciplinariedad. Esto implica no solo incluir asignaturas ambientales, sino transformar de manera transversal el currículo universitario.

2.3 Cultura ambiental en los estudiantes universitarios

Un aspecto clave de la literatura es el impacto que las estrategias educativas tienen en los estudiantes. Sosa et al. (2010) realizaron un diagnóstico en la Universidad Autónoma de Campeche, encontrando que los estudiantes muestran bajos niveles de cultura ambiental y una limitada capacidad para implementar cambios sostenibles en su vida diaria.

El estudio indica que el contexto institucional influye de manera negativa, ya que la formación ambiental no es considerada prioritaria. No existen espacios adecuados, infraestructura ni apoyo suficiente para fortalecer la educación ambiental. Esto conlleva a una enseñanza centrada en la transmisión de información, pero sin fomentar la comprensión profunda de la interdependencia entre los sistemas naturales y sociales. En consecuencia, los estudiantes carecen de herramientas prácticas y valores sólidos que les permitan contribuir activamente al desarrollo sustentable.

2.4 Innovación tecnológica y nuevas herramientas educativas

En la última década, la digitalización y el avance de la inteligencia artificial (IA) han abierto nuevos escenarios para la enseñanza de la sustentabilidad. Vázquez (2025) analiza el caso de la licenciatura en Turismo y Desarrollo Sustentable, donde la IA se ha incorporado como herramienta para personalizar procesos de aprendizaje, mejorar la eficiencia y ofrecer experiencias educativas más dinámicas.

No obstante, los autores advierten que la innovación tecnológica por sí sola no garantiza una educación más sostenible. Es necesario acompañar el uso de estas herramientas con un enfoque crítico y ético que evite caer en un modelo tecnocrático desconectado de la realidad social y ambiental. En este sentido, la tecnología debe concebirse como un medio para potenciar la participación y la conciencia, no como un fin en sí misma.

2.5 Retos y perspectivas de la educación para la sustentabilidad

La revisión de la literatura muestra que, aunque se han logrado avances significativos, persisten grandes desafíos. En primer lugar, se requiere fortalecer los currículos universitarios con enfoques interdisciplinarios y transversales que integren la sustentabilidad en todas las áreas del conocimiento (Soriano-Peña et al., 2024). En segundo lugar, es indispensable fomentar una cultura ambiental sólida en los estudiantes, que vaya más allá del conocimiento teórico y promueva valores, actitudes y habilidades prácticas (Sosa et al., 2010).

Finalmente, las universidades deben aprovechar la innovación tecnológica de manera crítica y responsable, asegurando que herramientas como la inteligencia artificial contribuyan a procesos educativos orientados al bien común, ya que se verá reflejado en la vida laboral de los estudiantes (Vázquez y Ramírez, 2025).

3. Metodología

El presente trabajo se apoyó en la participación en el Foro Nacional de Estudiantes por la Educación e Innovación Tecnológica, realizado en el Instituto Tecnológico de Boca del Río el 4 de septiembre de 2025. En este evento se convocó a veinte institutos tecnológicos de la zona sur, entre ellos: Tizimín (Yucatán), Mérida, Chilpancingo, Oaxaca, Puebla, Zona Maya, Cosamaloapan, Altiplano Tlaxcala, San Miguel el Grande, Cerro Azul, Cancún, Tlaxiaco, Pinotepa, Orizaba, Chetumal, Conkal, Villahermosa, Comitancillo, Alvarado y Veracruz.

El foro inició con la exposición de la problemática del desarrollo sustentable que marcan las autoridades de la Secretaría de Educación Pública

(SEP), promoviendo el desarrollo sustentable a través de su participación en la Agenda 2030 de la ONU al hacer hincapié en la importancia del desarrollo sustentable y sostenible. Posteriormente, se llevó a cabo un espacio de diálogo participativo con el objetivo de identificar y debatir las principales problemáticas ambientales percibidas en las instituciones de educación superior, así como plantear alternativas de solución.

3.1 Desarrollo de la actividad

Para esta dinámica, los estudiantes se organizaron en equipos de cinco integrantes. A cada equipo se le entregó:

- Una hoja de trabajo con un listado de problemas ambientales comunes en las instituciones educativas (acumulación de basura, desperdicio de agua, uso ineficiente de energía, contaminación del aire, falta de tratamiento de aguas residuales, entre otros) con valores ponderativos donde a) tiene un valor de 3, b) tiene un valor de 2, c) tiene un valor de 1 y d) tiene un valor de 0 siendo d) el valor más bajo o de menos importancia, y así cada equipo le da un valor a cada problemática ambiental según su criterio.
- Una cartulina, en la cual debían exponer los tres problemas más relevantes de contaminación, junto con sus respectivas soluciones, recomendaciones y/o propuestas.

Las instrucciones indicaban que los equipos debían debatir los problemas identificados y registrarlos en la hoja de trabajo, evaluándolos según su nivel de impacto y frecuencia, utilizando una escala que incluía las categorías: alto, medio, bajo y nulo.

De esta manera, la metodología permitió definir el problema, documentarlo, tener una lluvia de ideas sobre las principales problemáticas, identificar las causas de los problemas, analizar los problemas a través de fomentar la reflexión colectiva y proponer soluciones prácticas a problemáticas ambientales dentro de las instituciones de educación superior.

Los resultados de cada equipo fueron tabulados en Excel para detectar aquellos problemas con una ponderación más alta y establecer, de acuerdo con la comunidad estudiantil, cuáles fueron los problemas ambientales

más impactantes. Para ello se estableció un valor numérico para evaluar la importancia de los problemas: 3, alto impacto; 2, medio impacto; 1, bajo impacto; 0, nulo impacto. Además, se dejó espacio libre para que cada equipo agregara algún problema particular en su Tecnológico.

4. Resultados

Se comprende como resultados las respuestas individuales de cada equipo, y la caracterización e identificación de los problemas con mayor importancia. Con el uso del software Excel se tabularon los resultados.

Tabla 1.
Resultados equipo 1.

No.	Problema	Evaluación
1	Acumulación de basura	3
2	Acumulación de plástico	1
3	El desperdicio de agua	3
4	El desperdicio de energía	2
5	La contaminación visual	2
6	La contaminación acústica (ruido)	3
7	La mala calidad del aire interior	3
8	Falta de conciencia ambiental	3
9	Falta de tratamiento de aguas residuales	3
Otros		
10	Pérdida de biodiversidad	2

Tabla 2.
Resultados equipo 2.

No.	Problema	Evaluación
1	Acumulación de basura	2
2	Acumulación de plástico	2
3	El desperdicio de agua	1
4	El desperdicio de energía	1
5	La contaminación visual	2
6	La contaminación acústica (ruido)	0
7	La mala calidad del aire interior	1
8	Falta de conciencia ambiental	2
9	Falta de tratamiento de aguas residuales	3
Otros		
10	Pérdida de biodiversidad	3

Tabla 3.
Resultados equipo 3.

No.	Problema	Evaluación
1	Acumulación de basura	2
2	Acumulación de plástico	1
3	El desperdicio de agua	3
4	El desperdicio de energía	2
5	La contaminación visual	1
6	La contaminación acústica (ruido)	1
7	La mala calidad del aire interior	1
8	Falta de conciencia ambiental	3
9	Falta de tratamiento de aguas residuales	3
Otros		
10	Contaminación de ruidos subterráneos	3
11	Inundaciones	3
12	Ríos contaminados	3
13	Incendios forestales	2

Tabla 4.
Resultados equipo 4.

No.	Problema	Evaluación
1	Acumulación de basura	3
2	Acumulación de plástico	2
3	El desperdicio de agua	2
4	El desperdicio de energía	1
5	La contaminación visual	1
6	La contaminación acústica (ruido)	1
7	La mala calidad del aire interior	0
8	Falta de conciencia ambiental	3
9	Falta de tratamiento de aguas residuales	3
Otros		
10	Deforestación	3

Tabla 5.
Resultados equipo 5.

No.	Problema	Evaluación
1	Acumulación de basura	3
2	Acumulación de plástico	3
3	El desperdicio de agua	2
4	El desperdicio de energía	2
5	La contaminación visual	1
6	La contaminación acústica (ruido)	2
7	La mala calidad del aire interior	1
8	Falta de conciencia ambiental	3
9	Falta de tratamiento de aguas residuales	2
Otros		

Tabla 6.
Resultados equipo 6.

No.	Problema	Evaluación
1	Acumulación de basura	1
2	Acumulación de plástico	2
3	El desperdicio de agua	1
4	El desperdicio de energía	0
5	La contaminación visual	0
6	La contaminación acústica (ruido)	2
7	La mala calidad del aire interior	1
8	Falta de conciencia ambiental	2
9	Falta de tratamiento de aguas residuales	3
Otros		
10	Falta de tratamiento de drenaje	3
11	Falta de arboles	2
12	Falta de alcantarillado	2
13	Deforestación de manglares	3

Tabla 7.
Resultados equipo 7.

No.	Problema	Evaluación
1	Acumulación de basura	2
2	Acumulación de plástico	2
3	El desperdicio de agua	3
4	El desperdicio de energía	2
5	La contaminación visual	1
6	La contaminación acústica (ruido)	1
7	La mala calidad del aire interior	0
8	Falta de conciencia ambiental	2
9	Falta de tratamiento de aguas residuales	2
Otros		
10	Flora invasora	2

Tabla 8.
Resultados equipo 8.

No.	Problema	Evaluación
1	Acumulación de basura	0
2	Acumulación de plástico	0
3	El desperdicio de agua	2
4	El desperdicio de energía	2
5	La contaminación visual	0
6	La contaminación acústica (ruido)	3
7	La mala calidad del aire interior	2
8	Falta de conciencia ambiental	1
9	Falta de tratamiento de aguas residuales	0
Otros		

Tabla 9.
Resultados equipo 9.

No.	Problema	Evaluación
1	Acumulación de basura	0
2	Acumulación de plástico	0
3	El desperdicio de agua	0
4	El desperdicio de energía	2
5	La contaminación visual	0
6	La contaminación acústica (ruido)	1
7	La mala calidad del aire interior	0
8	Falta de conciencia ambiental	0
9	Falta de tratamiento de aguas residuales	0
Otros		

Tabla 10.*Resultados equipo 10.*

No.	Problema	Evaluación
1	Acumulación de basura	1
2	Acumulación de plástico	1
3	El desperdicio de agua	2
4	El desperdicio de energía	1
5	La contaminación visual	1
6	La contaminación acústica (ruido)	0
7	La mala calidad del aire interior	0
8	Falta de conciencia ambiental	0
9	Falta de tratamiento de aguas residuales	0
Otros		
10	Falta de áreas verdes	3

Tabla 11.*Resultados equipo 11.*

No.	Problema	Evaluación
1	Acumulación de basura	3
2	Acumulación de plástico	1
3	El desperdicio de agua	3
4	El desperdicio de energía	2
5	La contaminación visual	2
6	La contaminación acústica (ruido)	1
7	La mala calidad del aire interior	2
8	Falta de conciencia ambiental	2
9	Falta de tratamiento de aguas residuales	3
Otros		
10	Uso excesivo de papel	1
11	Uso de productos químicos	1
12	Escasez de áreas verdes	2

Tabla 12.*Resultados equipo 12.*

No.	Problema	Evaluación
1	Acumulación de basura	1
2	Acumulación de plástico	2
3	El desperdicio de agua	3
4	El desperdicio de energía	3
5	La contaminación visual	0
6	La contaminación acústica (ruido)	1
7	La mala calidad del aire interior	0
8	Falta de conciencia ambiental	3
9	Falta de tratamiento de aguas residuales	3
Otros		
10	Contaminación de playas y áreas naturales	3

Tabla 13.*Resultados equipo 13.*

No.	Problema	Evaluación
1	Acumulación de basura	3
2	Acumulación de plástico	1
3	El desperdicio de agua	2
4	El desperdicio de energía	3
5	La contaminación visual	2
6	La contaminación acústica (ruido)	1
7	La mala calidad del aire interior	2
8	Falta de conciencia ambiental	3
9	Falta de tratamiento de aguas residuales	3
Otros		
10	Maltrato animal	3
11	Reciclaje de materias	3
12	Uso de herbolaria carente	3

*Valorización final***Tabla 14.***Ponderación de los problemas ambientales.*

No.	Problema	Evaluación
1	Acumulación de basura	24
2	Acumulación de plástico	18
3	El desperdicio de agua	27
4	El desperdicio de energía	23
5	La contaminación visual	13
6	La contaminación acústica (ruido)	17
7	La mala calidad del aire interior	13
8	Falta de conciencia ambiental	27
9	Falta de tratamiento de aguas residuales	28
Otros		
10	Pérdida de biodiversidad	5
11	Contaminación de ríos subterráneos	3
12	Inundaciones	3
13	Río contaminados	3
14	Incendios forestales	2
15	Fala de tratamiento en drenaje	3
16	Falta de arboles	2
17	Falta de alcantarillado	2
18	Deforestación de manglares	3
19	Flora invasora	2
20	Falta de áreas verdes	3
21	Uso excesito del papel	1
22	Uso de productos químicos	1
23	Escasez de áreas verdes	2
24	Contaminación de playas y áreas naturales	3
25	Maltrato animal	3
26	Reciclaje de materiales	3
27	Uso de herbolaria carente	3

Tabla 15.*Orden de importancia de problemas ambientales. Orden de importancia.*

1	Falta de tratamiento de aguas residuales
2	Falta de conciencia ambiental
3	El desperdicio de agua
4	Acumulación de basura
5	El desperdicio de energía
6	Acumulación de plástico
7	La contaminación acústica (ruido)
8	La mala calidad del aire interior
9	La contaminación visual

Tabla 16.*Orden de importancia de problemas ambientales agregados. Orden de importancia.*

1	Pérdida de biodiversidad
2	Contaminación de cuerpos de aguas
3	Problemas relacionados al flujo hídrico
4	Falta de áreas verdes

5. Discusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, los tres principales problemas ambientales que afectan a las instituciones de la zona sur del país son la falta de tratamiento de aguas residuales (valor: 28), la falta de conciencia ambiental (valor: 27), el desperdicio del agua (valor: 27) y la acumulación de basura (valor: 24). Se destaca que en la mayoría de respuestas se incluyen estos problemas ambientales, por lo que es de vital importancia para el Tecnológico Nacional de México atender estas problemáticas. Además de los problemas más comunes presentados en el ejercicio, se les dio la libertad a los estudiantes de mencionar algún problema particular que detecten en su Tecnológico. Si bien fueron resultados diversos, varias respuestas se pueden agrupar en un problema general, como lo es la pérdida de la biodiversidad, contaminación de cuerpos de agua, problemas relacionados con el flujo hídrico y falta de áreas verdes. Por otro lado, las respuestas individuales fueron diferentes. Este ejercicio

nos permitió comprender que varios problemas se repiten en diferentes tecnológicos de la zona sur, lo que supone un área de mejora ambiental para el Tecnológico Nacional de México.

Los resultados del foro muestran que los principales problemas ambientales en los institutos tecnológicos de la zona sur son la falta de tratamiento de aguas residuales, la escasa conciencia ambiental, el desperdicio de agua y la acumulación de basura. Estos hallazgos reflejan la percepción estudiantil sobre las deficiencias más graves que afectan a sus comunidades académicas y evidencian que, pese a la diversidad de contextos, las problemáticas ambientales tienden a repetirse en la mayoría de las instituciones.

Un aspecto relevante es que los estudiantes no se limitaron a identificar los problemas, sino que también propusieron soluciones prácticas. Esto resalta la importancia de los espacios participativos, donde la reflexión colectiva permite generar alternativas de acción que pueden ser implementadas en el corto y mediano plazo dentro de las universidades.

Asimismo, los problemas particulares señalados, como la pérdida de biodiversidad, la contaminación de cuerpos de agua, el deterioro de áreas verdes y los conflictos relacionados con el flujo hídrico, revelan que las instituciones no están aisladas de su entorno, sino que forman parte de una realidad socioambiental más amplia. Este enfoque permite comprender que las soluciones no deben centrarse únicamente en la vida universitaria, sino también en la relación de las instituciones con su entorno local.

Finalmente, la reiteración de problemáticas comunes en distintas instituciones confirma que se trata de desafíos estructurales que requieren atención integral. La educación superior, a través de la participación estudiantil y la innovación en las dinámicas de aprendizaje, puede convertirse en un motor de cambio capaz de transformar estas debilidades en oportunidades para avanzar hacia la sustentabilidad.

6. Conclusiones

La educación superior se consolida como un espacio clave para identificar y atender problemáticas ambientales, al fomentar la participación de los estudiantes en la búsqueda de soluciones colectivas. Los principales

problemas detectados en los institutos tecnológicos de la zona sur del país fueron la falta de tratamiento de aguas residuales, la escasa conciencia ambiental, el desperdicio de agua y la acumulación de basura, lo que refleja retos comunes que requieren atención prioritaria. La coincidencia de estas problemáticas en diferentes instituciones confirma que no son hechos aislados, sino situaciones estructurales que deben abordarse con estrategias integrales y coordinadas dentro del Tecnológico Nacional de México. Asimismo, los problemas adicionales identificados, como la pérdida de biodiversidad, la contaminación de cuerpos de agua, el deterioro de áreas verdes y los conflictos relacionados con el flujo hídrico, evidencian la necesidad de vincular a las universidades con su entorno local para generar respuestas más amplias y sostenibles. La participación estudiantil en dinámicas colaborativas demuestra que los jóvenes son capaces de proponer soluciones prácticas y viables, lo que subraya la importancia de mantener y fortalecer estos espacios de reflexión y acción colectiva. En conjunto, se concluye que el fortalecimiento de la cultura ambiental, acompañado de procesos educativos innovadores y del compromiso comunitario, representa una vía efectiva para avanzar hacia un modelo de desarrollo sustentable dentro de las instituciones de educación superior.

Referencias

- Kidd, C. (1992). La evolución de la sostenibilidad. *Revista de Ética Agrícola y Ambiental*, 5, 1-26. <https://doi.org/10.1007/BF01965413>.
- Polishchuk, V. (2025). La Evolución del Concepto de Desarrollo Sostenible: Aspectos Sociofilosóficos. *Discurso Educativo: recopilación de artículos científicos*. [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.51\(10-12\)-6](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.51(10-12)-6).
- Cartagena-Bolaños, C. A. (2025). Educación para la sustentabilidad: Promoviendo la organización comunitaria a través de la creación de un nodo virtual en San Martín del Valle, Puebla [Tesina de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional UNAM.

- Mayo Lara, D., Bocardo Valle, A., y Rendón Hernández, R. J. (2023). Educación y sustentabilidad: Hacia un futuro sostenible. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(6), 50–60. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i6.1422>
- Ortega-Pineda, G., y Ronquillo Benito, N. R. (2024). La educación, un camino seguro para el futuro. Universidad IVES. <https://www.researchgate.net/publication/385213125>
- UNESCO. (2014). El desarrollo sostenible comienza por la educación: Cómo puede contribuir la educación a los objetivos propuestos para después de 2015. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Olaguez Torres, J. E., y Espino Román, P. (2013). Perspectivas de educación ambiental en las instituciones de educación superior. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias*, 2(3), 188–200.
- Soriano Peña, R., Morales Barrera, M. C., y Moreno Reyes, H. (2024). La educación ambiental para la sustentabilidad y el desarrollo sustentable en el TecNM: Revisión curricular. *Revista de la Educación Superior*, 53(212), 47–68. <https://doi.org/10.36857/resu.2024.212.3029>
- Sosa, S. B., Isaac-Márquez, R., Eastmond, A., Ayala, M. E., y Arteaga, M. A. (2010). Educación superior y cultura ambiental en el sureste de México. *U Ciencia*, 26(1), 33–49.
- Vázquez, J. M., y Ramírez, P. A. (2025). Análisis del uso de la inteligencia artificial en la Licenciatura de Turismo y Desarrollo Sustentable. *Revista de Innovación Académica*, 12(1), 45–62.

Capítulo 6

Efecto de las estrategias gubernamentales de economía circular en la industria de transformación para la promoción del desarrollo sostenible

*María del Carmen Valle Bustamante¹
Bernardo Gerardo Juárez Olascoaga²
Rita Ávila Romero³*

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE26001784>



¹ Instituto Politécnico Nacional/ Escuela Superior de Economía. Email: mvalleb@ipn.mx. ORCID: 0009-0008-4685-0162.

² Instituto Politécnico Nacional/ Escuela Superior de Economía. Email: bjuarezol@ipn.mx. ORCID: 0000-0001-5710-2102.

³ Instituto Politécnico Nacional/ Escuela Superior de Economía. Email: riavilar@ipn.mx. ORCID: 0000-0002-4214-8105.

Resumen

Este capítulo se enfoca en entender cómo las políticas públicas de economía circular influyen en la industria de transformación en México. El objetivo principal es encontrar maneras de impulsar un desarrollo más sostenible, uno que aproveche mejor los recursos, genere menos desperdicios y mejore la gestión ambiental en general. Para lograrlo, se utilizó un modelo de regresión lineal para medir la conexión entre el gasto en remediación ambiental (es decir, cuánto se gasta en limpiar la contaminación) y otros factores clave. Estas variables se clasificaron en grupos: políticas, económicas, tecnológicas y ambientales. Se trabajó con los logaritmos de los datos para hacer la interpretación más sencilla y manejar mejor las variaciones. Además, se hicieron varias pruebas estadísticas, como las de Durbin-Watson y Breusch-Pagan, para asegurar que el modelo fuera confiable. El modelo que se usó finalmente demostró ser muy sólido, ya que pudo explicar el 96 % de los cambios en el gasto de remediación ambiental. Las variables que tuvieron un impacto más claro fueron la gestión de residuos (con un coeficiente de 0.38), el gasto total en protección ambiental (con 0.83) y la protección de suelos y aguas (con -0.13). Sorprendentemente, esta última variable mostró una relación negativa, lo que podría significar que cuando se invierte más en prevenir la contaminación del suelo y el agua, se reduce la necesidad de gastar en remediación general. Esta investigación confirma que las políticas de economía circular tienen un efecto directo en el gasto de remediación. Gastar más en la gestión de residuos y en la protección ambiental en general es lo que más impulsa este gasto. Por otro lado, las inversiones en la protección del suelo y el agua pueden actuar como una medida preventiva que disminuye el gasto en remediación. Estos resultados son valiosos para que los responsables de las políticas públicas puedan diseñar estrategias más efectivas y sostenibles para el sector industrial.

1. Introducción

Hoy en día, la sociedad enfrenta muchos desafíos en temas del medio ambiente, la economía y la comunidad. Ante estos problemas, la economía circular ha ganado terreno como una solución. Este enfoque propone alargar la vida útil de los productos como una estrategia para disminuir el impacto ambiental. En el sector de la transformación industrial, esto implica la urgente necesidad de implementar políticas públicas alineadas con los principios de la economía circular. De igual forma, es preciso estudiar y determinar en qué medida estas políticas contribuyen de manera efectiva al avance del desarrollo sostenible.

La creciente demanda sobre los recursos naturales se intensifica constantemente, impulsada principalmente por el aumento de la población mundial. Esta situación ha generado diversos desafíos que impactan directamente en el medio ambiente, la economía y en la operación de las empresas. Entre los retos más importantes que enfrentamos, se encuentran la escasez de materiales clave, los precios inestables de las materias primas, la vulnerabilidad de nuestras cadenas de suministro a nivel global y otros factores de salud y sociales. Frente a todo esto, la economía circular surge como una solución bien organizada. Se opone al modelo tradicional de “usar y tirar” al buscar que aprovechemos mejor los recursos y que los productos duren mucho más (López, 2021).

El sector de la transformación industrial figura entre los principales generadores de gases de efecto invernadero y de grandes volúmenes de desechos. Las políticas públicas orientadas a la economía circular tienen como objetivo establecer una visión a largo plazo para que las empresas optimicen el uso de sus recursos, disminuyan la generación de residuos y fomenten tanto el reciclaje como la reutilización. Además de eso, estas estrategias están diseñadas para fortalecer la toma de decisiones y los sistemas de gestión dentro de las empresas, siempre con el apoyo de leyes específicas. Por eso, es clave entender cómo estas medidas afectan de manera directa a la industria de transformación (Gómez, 2023).

En México, hemos implementado varias políticas ambientales para conservar y proteger nuestros recursos naturales. El marco legal que respalda la protección ambiental está conformado por diversas leyes

fundamentales, entre las que destacan la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General de Cambio Climático, la Ley General de Vida Silvestre y la Ley de Desarrollo Rural Sustentable (Diputados, 2024). Estas normativas establecen las bases para promover el desarrollo sustentable, conservar los ecosistemas y enfrentar los efectos del cambio climático. Además de este conjunto de leyes, existen instituciones encargadas de asegurar su cumplimiento y de coordinar acciones en favor del medio ambiente. Entre ellas se encuentran la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que establece una ruta de trabajo para atender compromisos internacionales y lidera la política ambiental del país; el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), que genera investigación científica para apoyar decisiones estratégicas (Climático, 2025); la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), responsable de vigilar y sancionar actividades que dañen el entorno; la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), que impulsa la conservación de la biodiversidad; y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), que gestiona los recursos hídricos (SEMARNAT, 2025). Todas estas entidades desempeñan un papel clave en la promoción de prácticas responsables y en la construcción de un modelo de desarrollo.

Analizar el efecto que tienen las políticas públicas dirigidas a la economía circular sobre el sector de la industria de transformación, con el objetivo de promover un desarrollo sostenible.

Explicar la relevancia de la economía circular en los sectores económicos como vía para alcanzar el desarrollo sostenible. Revisar las teorías que fundamentan la influencia de las políticas gubernamentales en el desempeño de los sectores económicos. Examinar el marco legal que regula las actividades productivas dentro de los sectores económicos. Identificar cómo estas políticas contribuyen a la disminución del consumo de recursos y a la reducción de residuos en la industria de transformación. Investigar el nivel de adopción de prácticas circulares por parte de las empresas del sector de transformación. Detectar los principales retos y barreras que enfrenta esta industria en la implementación de estrategias de economía circular.

Proponer recomendaciones que fortalezcan la efectividad de las políticas públicas de economía circular en el sector de transformación, promoviendo así un desarrollo más sostenible.

2. Teoría y regulaciones y legales acerca del desarrollo sostenible en el mundo y en México

2.1. ODS en el mundo y en México

Definición de economía circular y desarrollo sostenible

La economía circular propone extender el tiempo de uso de materiales y productos, promoviendo su aprovechamiento eficiente y facilitando su reincorporación mediante procesos de reciclaje una vez que concluyen su ciclo de vida (NOPALTEPEC, 2025). Esta transformación también requiere que el sistema educativo promueva una mayor conciencia sobre el uso responsable de los recursos y forme nuevos perfiles técnicos y profesionales. Es necesario replantear profundamente los modelos tradicionales de producción, distribución y consumo que aún prevalecen en muchos ámbitos sociales, políticos y económicos. El propósito principal es fomentar la reutilización, reparación y reciclaje de materiales y productos, mientras se busca disminuir tanto la generación de desechos como la explotación de los recursos naturales. (Canu, 2017). El desarrollo sostenible se refiere a un modelo que permite cubrir las necesidades esenciales de la sociedad actual sin poner en riesgo la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas (Desarrollo, 1987).

Fue a principios de los años 60 cuando comenzaron a manifestarse los primeros problemas relacionados con el medio ambiente, lo que despertó inquietud por las amenazas al entorno natural. Hacia finales de esa década y en los primeros años de los 70, surgieron diversas organizaciones internacionales dedicadas a la protección ambiental, como el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), fundado en 1961, y la Asociación para la Defensa de la Naturaleza (ADENA), creada en 1968. En 1990, México implementó el Programa Nacional de Desarrollo Ambiental, en el cual se reconoció que diversos ecosistemas del país estaban siendo amenazados por el crecimiento de las actividades agropecuarias, industriales y urbanas, así como por el aumento de la población. El programa identificó como principales focos de contaminación ambiental a las grandes ciudades, los puertos industriales y las cuencas hídricas (Nadal, 2021).

Actualmente, el Foro Político de Alto Nivel sobre el Desarrollo Sostenible sirve como la plataforma central de la ONU para el seguimiento y la revisión de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Hoy en día, la División de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (DSDG), que forma parte del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (UNDESA), se encarga de dar apoyo y capacitar a los países en temas relacionados con los ODS. Entre sus áreas de trabajo están el agua, la energía, el clima, los océanos, las ciudades, el transporte y la ciencia. Además, contribuye al Informe Global de Desarrollo Sostenible (GSDR) y apoya a alianzas y a los pequeños Estados insulares en desarrollo. La DSDG es fundamental para evaluar cómo toda la ONU está implementando la Agenda 2030, y también para promover y difundir los ODS. Para que la Agenda 2030 se haga realidad, es crucial que todos, desde los gobiernos hasta la sociedad civil, se comprometan firmemente a cumplir los objetivos globales. El propósito de la DSDG es precisamente ayudar a facilitar ese compromiso (Naciones Unidas, 2024).

Los objetivos del desarrollo sostenible

En septiembre de 2015, los Estados miembros de las Naciones Unidas acordaron un plan global orientado a construir un futuro compartido con mayor conciencia y responsabilidad. A partir de un proceso de consulta amplio que involucró a la sociedad civil, el sector empresarial, la comunidad científica y otros actores clave, se formuló la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Bajo el lema “Transformar nuestro mundo”, que dio pauta a la disminución del deterioro de los ecosistemas tanto naturales como sociales, y avanzar hacia un bienestar equitativo y sostenible para todas las personas (Naciones Unidas, 2015). La Agenda 2030 no solo destaca los objetivos y sus metas, sino también cómo se relacionan entre sí. Esto muestra que, desde un punto de vista científico, cada vez entendemos mejor que el planeta es un gran sistema donde la gente y el medio ambiente están completamente entrelazados (Naciones Unidas, 2015).

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, con sus 17 objetivos y 169 metas, nos da una visión completa de lo que es el desarrollo sostenible, tocando temas económicos, sociales y ambientales. Esta agenda

tiene como propósito transformar los modelos de desarrollo actuales, priorizando la equidad y el respeto por la dignidad humana, al mismo tiempo que promueve una mayor conciencia ambiental. Se trata de un esfuerzo conjunto que une a naciones desarrolladas y en vías de desarrollo en una alianza internacional sólida. Además, toma en cuenta los recursos necesarios para hacer estos cambios, evitar desastres naturales graves y enfrentar el reto de adaptarnos y reducir el impacto del cambio climático (Naciones Unidas, 2015).

Tabla 1.
Objetivos de desarrollo sostenible.

Objetivo de desarrollo	Característica
Disminución de la pobreza	Erradicar la pobreza a nivel mundial en todas sus formas
Hambre cero	Garantizar el acceso a alimentos suficientes y nutritivos.
Salud y bienestar	Promover una vida sana y el bienestar integral para todos.
Educación de calidad	Asegurar la educación inclusiva y oportunidades de aprendizaje a lo largo de la vida.
Equidad de género	Lograr la equidad de género y empoderar a mujeres y niñas.
Agua limpia y saneamiento	Garantizar la gestión sostenible del agua y el saneamiento universal.
Energía asequible y no contaminante	Asegurar el acceso universal a energía sostenible, segura y moderna.
Trabajo decente y crecimiento económico	Promover empleo digno y crecimiento económico sostenido e inclusivo.
Industria, innovación e infraestructura	Construir infraestructuras resilientes y fomentar la industrialización sostenible.

Objetivo de desarrollo	Característica
Reducción de las desigualdades	Disminuir la desigualdad dentro y entre los países.
Ciudades y comunidades sostenibles	Hacer ciudades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.
Producción y consumo responsables	Fomentar patrones sostenibles de consumo y producción.
Acción por el clima	Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático.
Vida submarina	Proteger y utilizar sosteniblemente los océanos y los recursos marinos.
Vida de ecosistemas terrestres	Gestionar de forma sostenible los ecosistemas terrestres y detener la pérdida de biodiversidad.
Paz, justicia e instituciones sólidas	Promover sociedades pacíficas, justas e inclusivas con instituciones transparentes.
Alianzas para lograr los objetivos	Fortalecer la colaboración global para el desarrollo sostenible.

Fuente: Elaboración propia con base en la Organización Mundial del Comercio (OMC, 2024)

Cada año, el Secretario General de la ONU presenta un informe anual sobre el progreso de los ODS, que se desarrolla en cooperación con el Sistema de la ONU. A continuación, se presentan de manera general los siguientes ocho informes:

- 2016: Inicio oficial de la Agenda 2030, basada en 17 ODS (Jersain, 2024). Busca erradicar la pobreza extrema e integrar las dimensiones económica, social y ambiental en un desarrollo sostenible global (Ki-Moon, 2016).
- 2017: Compromiso mundial para reducir pobreza, proteger el medio ambiente y promover sociedades pacíficas e inclusivas. Se enfatiza el respeto a los derechos humanos, la paz y la reducción de desigualdades (Guterres, 2017).
- 2018: Avances en acceso a electricidad en países menos desarrollados, aumento de productividad laboral y reducción del desempleo. Más de 100 países adoptan políticas de consumo y producción sostenibles (Guterres, 2018).

- 2019: Disminución significativa de pobreza extrema y mortalidad infantil; acceso global a electricidad. Se recomienda fortalecer financiamiento, resiliencia, economías inclusivas, instituciones eficaces y aprovechar ciencia y tecnología (Guterres, 2019).
- 2020: Antes de la pandemia, el progreso era desigual y lento. Se subraya la necesidad de reforzar sistemas de salud y garantizar acceso universal a tratamientos y vacunas (Guterres, 2020).
- 2021: Impactos severos por la pandemia. Se requiere compromiso renovado para reducir emisiones, preservar recursos, generar empleos de calidad, promover igualdad de género y combatir pobreza (Guterres, 2021).
- 2022: Retrocesos en lucha contra pobreza, hambre, salud, educación y servicios básicos. Urge retomar el rumbo hacia los ODS con medidas inmediatas (Guterres, 2022).
- 2023: Evaluación actualizada muestra brechas importantes, pero destaca el potencial de alcanzar metas mediante voluntad política, tecnología y cooperación internacional (Guterres, 2023).

2.2. Marco legal

2.2.1. Marco internacional

Los informes anuales emitidos por el Secretario General de la ONU constituyen una herramienta clave para analizar el avance y los desafíos vinculados a la Agenda 2030. Cada documento recoge logros relevantes en ámbitos como la reducción de la pobreza, el acceso a servicios esenciales y la sostenibilidad, al tiempo que señala obstáculos relacionados con la desigualdad, el financiamiento y la capacidad de respuesta ante crisis globales. La tabla siguiente presenta, de forma comparativa, los principales avances y retos identificados entre 2016 y 2023 (ONU, 2016, 2023).

Tabla 2.*Informes sobre los ODS (2016-2023).*

Año	Avances principales	Retos destacados
2016	Inicio oficial de la Agenda 2030 y los 17 ODS; enfoque integral en dimensiones económica, social y ambiental.	Implementar acciones coordinadas a nivel global.
2017	Compromiso mundial para reducir pobreza y desigualdades; promoción de paz y derechos humanos.	Garantizar inclusión y no dejar a nadie atrás.
2018	Acceso a electricidad duplicado en países menos desarrollados; aumento productividad laboral; políticas sostenibles en más de 100 países.	Mantener ritmo de avances y ampliar cobertura.
2019	Reducción de pobreza extrema y mortalidad infantil; acceso global a electricidad; campañas de vacunación efectivas.	Financiamiento adecuado, resiliencia, innovación tecnológica.
2020	Datos actualizados sobre progreso; alerta sobre desigualdad antes de la pandemia.	Reforzar sistemas de salud y garantizar acceso universal a vacunas.
2021	Llamado a recuperación económica sostenible; énfasis en igualdad de género y empleos de calidad.	Reducir emisiones y enfrentar aumento de pobreza post-pandemia.
2022	Identificación de retrocesos en pobreza, hambre, salud y educación.	Acciones urgentes para retomar el rumbo hacia los ODS.
2023	Evaluación clara con datos recientes; potencial para alcanzar metas mediante cooperación y tecnología.	Brechas críticas y necesidad de voluntad política decidida

Fuente: Elaboración propia con base en Naciones Unidas (2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023).

2.2.2. Marco nacional

En México, la Constitución Política es una de las normas clave para el desarrollo sostenible. Su artículo 4.º reconoce el derecho de todos a un ambiente sano, algo fundamental para nuestro bienestar. Además, ese mismo artículo deja claro que es responsabilidad del Estado no solo proteger ese derecho, sino también prevenir, controlar y sancionar cualquier tipo de contaminación (Estados Unidos Mexicanos, 2024).

Por otro lado, el Artículo 27 establece las reglas sobre la propiedad y el manejo de los recursos naturales, dejando claro que el Estado debe asegurar su uso responsable y sostenible. Este mismo artículo también le da a la Nación el derecho de poner condiciones al uso de la propiedad privada cuando sea por el bien común, especialmente para conservar el medio ambiente y lograr un desarrollo equilibrado en todo el país (Estados Unidos Mexicanos, 2024).

En cuanto a las instituciones encargadas de aplicar estas disposiciones, destaca la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que tiene entre sus funciones evaluar y autorizar las manifestaciones de impacto ambiental que presentan los responsables de nuevos proyectos.

En México, además del Plan Nacional de Desarrollo, que incorpora metas orientadas a la sostenibilidad en distintos sectores, se ha establecido un marco legal robusto para integrar los principios del desarrollo sostenible en las políticas públicas.

Entre las leyes más destacadas se encuentran:

- *Ley General de Cambio Climático (2012)*: Esta ley establece las bases para la política nacional en materia de cambio climático. Su objetivo es regular y promover acciones que permitan mitigar los efectos del cambio climático y adaptarse a sus impactos. También busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con metas como una reducción del 30 % para 2020 y del 50 % para 2050, tomando como referencia los niveles del año 2000 (Estados Unidos Mexicanos, 2024).
- *La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (1988)*: Esta normativa establece las reglas para controlar las actividades que puedan afectar el equilibrio ecológico. Impulsa medidas preventivas y correctivas con el fin de salvaguardar el medio ambiente, preservar los recursos naturales y promover un desarrollo sostenible.
- *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable*: Regula el manejo y aprovechamiento de los recursos forestales en México. Su enfoque está en la conservación y uso responsable de los bosques, al tiempo que impulsa la participación activa de las comunidades en su gestión y protección.
- *Ley de Aguas Nacionales*: Define los lineamientos para el uso, conservación y aprovechamiento de las aguas nacionales. Promueve una

gestión integral del agua, garantizando su acceso equitativo y sostenible, y contempla medidas para proteger cuencas y acuíferos, así como para prevenir la contaminación de los cuerpos de agua.

Importancia de la economía circular y el desarrollo sostenible

La economía circular (EC) es una alternativa al modelo tradicional de “usar y tirar”. Su meta es usar los recursos de forma más eficiente y por más tiempo, lo que reduce la extracción de materias primas y la producción de residuos. Para que la economía circular funcione en México, tiene que adaptarse a nuestra cultura y a cómo vivimos. Es crucial que se definan bien sus procesos y se creen maneras de medir si está funcionando.

En nuestro país, el enfoque de la economía circular se ha centrado en rediseñar productos y servicios para que duren más y puedan volver a usarse, manteniendo su valor. Esto significa generar la menor cantidad de basura posible y cambiar la forma en que consumimos y producimos. La meta principal es mantener el valor de los materiales el mayor tiempo posible para que no terminen contaminando. Para lograrlo, es indispensable tener una gestión de residuos bien organizada que priorice la prevención, la reutilización, el reciclaje y la recuperación de energía antes de tirar algo definitivamente (CEPAL, 2021).

Se establecen tres principios clave (Martínez, Octaviano y Nieto, 2021):

- Diseñar sin generar residuos ni contaminación.
- Mantener los productos y materiales en uso para prolongar su vida útil.
- Restaurar y mejorar los sistemas naturales.

Objetivos de las políticas gubernamentales

En noviembre de 2021, México aprobó la Ley General de Economía Circular (LGEC). El propósito principal de esta ley es promover un uso más inteligente de productos y servicios basándose en los principios de la economía circular. Con esta nueva legislación, se busca que los materiales y productos conserven su valor dentro del ciclo económico durante el mayor tiempo posible. De esta forma, se reducen los residuos y es más fácil que todo se vuelva a usar en la producción (Estados Unidos Mexicanos, 2024).

Herramientas de las políticas gubernamentales

Para impulsar la sostenibilidad, los gobiernos utilizan una variedad de herramientas. Por un lado, aplican normativas y regulaciones, como fijar estándares de eficiencia energética, crear sellos ambientales y prohibir materiales o prácticas que dañan el medio ambiente. También ofrecen incentivos económicos, como subsidios, beneficios fiscales y créditos especiales para las empresas que adoptan prácticas sostenibles o invierten en tecnologías limpias. Además, la educación y la sensibilización de la gente son clave. Esto se logra con campañas que informan sobre la importancia de la economía circular y el desarrollo sostenible, y con programas de capacitación para los profesionales de la industria.

Colaboración entre todos y participación ciudadana

Es vital que todos los actores de la sociedad (empresas, organizaciones civiles, universidades y ciudadanos) participen en la creación y ejecución de estas políticas para que sean realmente efectivas y aceptadas.

La cooperación entre el sector público y el privado es clave para fomentar la innovación, compartir experiencias exitosas y superar los obstáculos que impiden adoptar modelos sostenibles.

Evaluación y seguimiento

Es indispensable tener sistemas para monitorear y evaluar el avance hacia los objetivos de la economía circular y el desarrollo sostenible. Estos sistemas nos dan la información necesaria para ver qué funciona, qué necesita mejorar y qué ajustes hay que hacer.

También es bueno revisar las políticas públicas cada cierto tiempo para adaptarlas a los resultados obtenidos y a los nuevos desafíos; así nos aseguramos de que sigan siendo efectivas. Las políticas de gobierno para una economía circular deben ser flexibles, inclusivas y participativas, buscando un desarrollo sostenible que beneficie a la sociedad y al planeta. Finalmente, es crucial basar las decisiones en estudios y literatura especializada que analicen el vínculo entre la economía circular,

las políticas de gobierno y el sector industrial. Esto nos permite tomar decisiones informadas y realmente efectivas.

Economía circular de acuerdo con MacArthur (2021): Este modelo es una alternativa al sistema lineal que promueve el consumo excesivo de recursos y contamina, agotando nuestro capital natural. En contraste, la economía circular, gracias a su enfoque integral, ofrece grandes beneficios en lo económico, ambiental y social. Nos da la oportunidad de lograr un crecimiento más sostenible y de enfrentar desafíos globales como la crisis climática.

Este modelo económico se basa en tres principios clave, que deben aplicarse desde el diseño y la innovación:

- Eliminar residuos y contaminación.
- Usar productos y materiales el mayor tiempo posible.
- Regenerar los sistemas naturales.

Además, la economía circular impulsa el uso de energías renovables, materiales sostenibles y tecnologías digitales. Esto nos ayuda a construir un sistema económico más sólido, descentralizado, diverso e inclusivo. Este enfoque también es clave para cumplir el ODS 12, que busca un consumo y una producción responsables. Y no solo eso, sino que también aporta mucho a otros once ODS, incluido el ODS 9, que promueve la infraestructura resistente, la industria sostenible y la innovación.

Marco Institucional y Legal

Evaluación de las políticas gubernamentales actuales relacionadas con economía circular y su influencia en la industria de transformación

Parada (2002) define las políticas públicas como decisiones estratégicas del Estado para resolver problemas colectivos. Hay que recordar la importancia entre política y política pública. Tanto la política como las políticas públicas están relacionadas con el ejercicio del poder en la sociedad. Sin embargo, la política abarca un concepto más amplio, vinculado al poder en general, mientras que las políticas públicas se refieren

a propuestas concretas para gestionar los asuntos colectivos. En inglés, esta diferencia se expresa claramente con los términos *politics* (política en general) y *policies* (políticas públicas).

Las políticas públicas representan un punto de encuentro entre la política y las decisiones, tanto del gobierno como de la oposición. En este sentido, la política puede entenderse como el proceso de promover o influir en determinadas políticas públicas. Por su parte, una de las funciones esenciales del gobierno es precisamente diseñar, implementar y evaluar dichas políticas (Parada, 2002).

Una política pública de alta calidad se entiende como el conjunto de acciones e intercambios de información orientados a alcanzar un propósito político determinado de manera democrática. Este tipo de política es impulsada por instancias del sector público y, en muchos casos, incorpora la participación tanto de la ciudadanía como del sector privado. Además, una política pública bien formulada debe contemplar directrices claras, herramientas o mecanismos de implementación, ajustes o definiciones institucionales, así como una estimación de sus posibles resultados (Parada, 2002).

Las cuatro etapas analíticas de una política pública son: origen, diseño, gestión y evaluación de las políticas públicas. En el aspecto del origen, las políticas surgen de acuerdo a las necesidades de la sociedad; mientras el diseño de una política pública puede presentar fallas si no considera adecuadamente los aspectos institucionales o si omite incorporar mecanismos de evaluación (Parada, 2002). La implementación de las políticas, por lo general, es imperfecta. Si no se mejora de forma integral el contenido sustantivo de la política, es probable que se incremente el gasto sin que ello se refleje en mejores resultados, o que los beneficios obtenidos sean desproporcionados respecto al esfuerzo realizado. Además, la gestión puede alejarse de las directrices originales, ya sea con la intención de enriquecerlas o adaptarlas. Muchos de los conflictos con el personal del servicio público derivan de políticas mal diseñadas en su dimensión operativa, o bien de ajustes parciales que no sustituyen una reforma completa. Mientras no se aborden los cambios de fondo de manera integral, los funcionarios tenderán a interpretar las modificaciones como perjudiciales para ellos. En cuanto a la evaluación, los problemas

pueden ser aún más graves. Esta puede estar ausente, lo cual implica una pérdida significativa en términos de eficiencia y eficacia. También puede realizarse de manera parcial o improvisada, con el fin de justificar decisiones previamente tomadas. Incluso, en ocasiones se evalúan políticas secundarias, dejando sin análisis aquellas que son más relevantes y complejas (Parada, 2002).

Identificación de actores clave e instituciones involucradas

La economía circular representa una ruptura con los modelos tradicionales de producción y consumo propios de la economía lineal, caracterizados por el ciclo fabricar-usar-desechar, profundamente arraigado en la cultura económica occidental. Este cambio de enfoque hacia un sistema más sostenible y circular constituye tanto su mayor fortaleza como su principal desafío. Implementar una transformación de tal magnitud requiere un respaldo amplio y comprometido, capaz de permear todos los niveles de los sistemas sociales y económicos. Para lograrlo, es indispensable que cada uno de los actores involucrados asuma su responsabilidad y contribuya activamente al proceso.

Entre estos actores se encuentran las autoridades, las empresas, los consumidores y los facilitadores. Según el sitio *Ecoembes The Circular Campus* (2025), los principales actores son:

Autoridades: Gobiernos federales, estatales y municipales que diseñan políticas públicas. En el enfoque de la economía circular —con el objetivo de llegar a distintos niveles y sectores—, se deben implementar autoridades y entidades públicas. Son ellas quienes poseen los recursos necesarios para iniciar los procesos de transformación, el poder normativo para establecer regulaciones y la influencia comunicativa para difundir el mensaje de manera amplia y efectiva entre la población (Campus, 2025).

Las autoridades pueden desempeñar un rol activo y decisivo en el fortalecimiento de una cultura basada en la economía circular a través de diversas acciones. Entre ellas se encuentran el respaldo financiero a proyectos tanto públicos como privados relacionados con esta temática, así como la implementación de campañas educativas dirigidas a sensibilizar a la ciudadanía (Campus, 2025).

Empresas: Industrias que adoptan modelos circulares en sus procesos productivos. El sector empresarial representa otro componente clave en el avance de la economía circular, ya que es el responsable directo de los sistemas productivos que este modelo busca transformar. Por ello, su compromiso activo y consciente resulta indispensable para lograr un cambio real en la forma de producir y consumir. Muchas compañías han reconocido no solo la urgencia ambiental de adoptar este enfoque, sino también los beneficios que conlleva, como la optimización de recursos, la reducción de costos energéticos y operativos, y la mejora de su reputación corporativa. Además, las empresas tienen múltiples vías para impulsar este modelo, siendo el trabajo colaborativo una de las más efectivas. Plataformas como Forética o Econ facilitan el intercambio de experiencias exitosas y la promoción de proyectos innovadores, acelerando así la transición hacia prácticas más sostenibles (Campus, 2025).

Consumidores: Ciudadanos que practican el reciclaje, la reutilización y el consumo responsable. Aunque suele ubicarse en la base de la pirámide, el ciudadano común desempeña un papel central en la economía circular. Son los consumidores quienes, a través de sus decisiones cotidianas (como elegir qué productos comprar, optar por reparar en lugar de reemplazar o gestionar adecuadamente sus residuos), tienen el poder de transformar este modelo en una práctica real y constante. Su comportamiento es clave para que los principios de la economía circular se traduzcan en acciones concretas y sostenibles (Campus, 2025).

Facilitadores: Organizaciones como Ecoembes, SIGRE, Ecovidrio, que coordinan la gestión de residuos y promueven la circularidad. El sistema de recolección diferenciada de envases y sus residuos representa un ejemplo destacado de cómo la colaboración entre el sector público y privado puede ser altamente efectiva para extender los principios de la economía circular a todos los niveles de la sociedad. Sin embargo, para que esta red —que conecta a gobiernos locales, empresas y ciudadanos en un mismo ciclo— funcione de manera eficiente, es indispensable la intervención de un actor adicional que asuma el rol de dinamizador, coordinador e inspirador del proceso, asegurando que se lleve a cabo dentro de los marcos de acción propios de la economía circular (Campus, 2025).

3. Marco metodológico

El modelo de regresión lineal

Se desarrolla un modelo de regresión lineal, que es un método estadístico que analiza la relación existente entre una variable dependiente y varias variables independientes. Su finalidad es determinar de qué manera las variaciones en estas últimas influyen en el comportamiento de la variable principal. Esta herramienta resulta especialmente valiosa para estudiar el efecto de factores como la inversión en infraestructura, la gestión ambiental o la actividad manufacturera sobre distintos indicadores de carácter económico o ambiental.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (1)$$

Modelo de regresión lineal múltiple

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \beta_5 X_5 + \beta_6 X_6 + \beta_7 X_7 + \beta_8 X_8 + \varepsilon \quad (2)$$

Variable dependiente:

Y = Sostenibilidad Ambiental en la Transformación Industrial

Variables independientes:

Políticas públicas:

X₁ = Investigación y desarrollo para la protección del medio ambiente

X₂ = Origen y destino de la inversión en infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Origen de los recursos Federales.

Organismos operadores:

X₃ = Origen y destino de la inversión en infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Origen de los recursos Federales.

Factores económicos:

$X_4 =$ *Actividad manufacturera (número de empresas Manufactureras)*

$X_5 =$ *Acumulación neta de activos económicos no producidos (hidrocarburos, transferencias de suelo a usos económicos y agua subterránea)*

Factores tecnológicos:

$X_6 =$ *Origen y destino de la inversión en infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Origen de los recursos totales.*

$X_7 =$ *Inversión en maquinaria y equipo*

Factores ambientales:

$X_8 =$ *Gestión de Residuos*

4. Datos

4.1 Descripción de las variables:

Definición de la variable dependiente

Una métrica que evalúa el grado de sostenibilidad ambiental en el ámbito de la transformación industrial, como la eficiencia en el uso de energía, la disminución de emisiones de gases de efecto invernadero o la adopción de tecnologías ecoamigables.

Definición de las variables independientes

Políticas públicas

Investigación y desarrollo para la protección del medio ambiente. De acuerdo a la UNESCO (1992), lo define como el conjunto de acciones de carácter científico, tecnológico y de innovación destinadas a comprender, prevenir, reducir o revertir los efectos adversos que las actividades huma-

nas generan en el medio ambiente. Estas acciones abarcan investigaciones interdisciplinarias, creación de tecnologías limpias, seguimiento de la calidad ambiental y elaboración de políticas sustentadas en evidencia científica (España, 2012).

Este tipo de investigación tiene como propósitos (Andalucía, 2025):

- Producir conocimiento sobre los procesos ecológicos y las consecuencias de la intervención humana.
- Diseñar soluciones sostenibles que optimicen el uso de los recursos.
- Respaldar la toma de decisiones fundamentadas de gobiernos, empresas y comunidades.
- Impulsar la colaboración internacional para abordar los desafíos ambientales a nivel global.

Origen y destino de la inversión en infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Origen de los recursos. Organismos operadores. Esta variable alude a la identificación de los recursos financieros que destinan los organismos operadores (ya sean municipales, estatales, intermunicipales o de carácter privado) para la construcción, operación y conservación de la infraestructura relacionada con el agua. Comprende también el análisis de la estructura organizativa, las fuentes de financiamiento, los costos de operación y el nivel de eficiencia en la provisión de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Estos organismos, encargados de administrar dichos servicios dentro de su ámbito de competencia, desempeñan un papel fundamental para asegurar tanto la cobertura como la calidad del suministro (CONAGUA, 2025).

Origen y destino de la inversión en infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Origen de los recursos federales. Esta variable considera los recursos económicos asignados por el gobierno federal a proyectos de infraestructura relacionados con el agua. Abarca financiamiento para la elaboración de estudios, la construcción, rehabilitación, mantenimiento y expansión de sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Estos fondos federales pueden complementarse con aportaciones estatales, municipales o de otros programas, con el propósito de ampliar la cobertura y optimizar la eficiencia de los servicios, poniendo especial atención en las áreas con mayores niveles de marginación (INEGI, 2025).

Factores económicos

Actividad manufacturera (número de empresas manufactureras). De acuerdo con el INEGI (2025), define esta actividad como el conjunto de unidades económicas cuya función principal es transformar, por medios mecánicos, físicos o químicos, materiales o sustancias para producir bienes nuevos. Este proceso incluye el ensamble en serie de piezas y componentes, la rehabilitación de maquinaria y equipo, así como el acabado de productos a través de técnicas como el teñido, el tratamiento térmico o el enchapado. El número de empresas manufactureras corresponde a la cantidad de establecimientos registrados que desarrollan estas labores dentro del sector industrial identificado con los códigos 31-33 del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN).

Acumulación neta de activos económicos no producidos (hidrocarburos, transferencias de suelo a usos económicos y agua subterránea). La acumulación neta de activos económicos no producidos hace referencia a la variación neta en el valor de aquellos recursos naturales que no provienen de procesos productivos, como los minerales y combustibles fósiles del subsuelo, los terrenos incorporados a actividades económicas o el agua subterránea. Este indicador, incluido en las cuentas económicas y ambientales, se obtiene al comparar las incorporaciones de estos recursos (por descubrimientos, reclasificaciones o transferencias) con las disminuciones derivadas de su agotamiento, deterioro o venta durante un periodo contable.

Su utilidad radica en que permite medir la sostenibilidad del crecimiento económico, al incorporar el uso y desgaste de recursos naturales que no suelen registrarse en las cuentas económicas convencionales (Mayorga, 2022).

Factores tecnológicos

Origen y destino de la inversión en infraestructura de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Origen de los recursos totales. Hace referencia al registro y análisis de los recursos financieros destinados a proyectos de infraestructura hídrica, así como a su distribución entre los diferentes

elementos del sistema: suministro de agua potable, redes de alcantarillado, procesos de saneamiento, mejora de la eficiencia operativa y realización de estudios técnicos. El origen de estos recursos proviene de aportaciones de los tres niveles de gobierno (federal, estatal y municipal), además de otros programas o fondos complementarios. Contar con esta información resulta clave para valorar la eficiencia del gasto público, el nivel de cobertura de los servicios esenciales y el impacto social de las inversiones, tanto en áreas urbanas como rurales. Asimismo, constituye un insumo esencial para la planeación estratégica del sector hídrico y para asegurar un acceso al agua que sea equitativo y sostenible (CONAGUA, 2025).

Inversión en maquinaria y equipo. La inversión en maquinaria y equipo corresponde a la adquisición de bienes materiales como máquinas, herramientas, utensilios y equipos destinados a la producción de bienes. Estos recursos pueden operar de manera independiente o integrarse con otros equipos, y resultan esenciales para el desarrollo de los procesos productivos en ámbitos como la industria, el comercio y los servicios (INE, 2025).

Factores ambientales

Gestión de los Residuos. Es el conjunto de acciones, planes y procedimientos orientados a disminuir la generación de desechos, reducir el desperdicio y favorecer su reutilización y reciclaje. Este proceso abarca etapas como la recolección, el transporte, el tratamiento, la disposición final y el seguimiento de los residuos, con el propósito de resguardar la salud pública y preservar el medio ambiente. Una administración adecuada de los residuos también impulsa el aprovechamiento responsable de los recursos y aporta al avance hacia un modelo de desarrollo sostenible (Roper, 2020).

Modelo de sostenibilidad ambiental

Variable dependiente:

remediación = Gasto en Protección Ambiental total del sector público, por grupo de actividades > Actividades de remediación de la contaminación.

Variables independientes:

M_fac = Industrias manufactureras > Total. Las industrias manufactureras comprenden unidades económicas dedicadas principalmente a la

transformación mecánica, física o química de materiales o sustancias para obtener productos nuevos, así como al ensamble en serie de partes y componentes, reconstrucción de maquinaria y acabado de productos manufacturados (INEGI, 2025).

A_neta_noprod = Acumulación neta de activos económicos no producidos (hidrocarburos, transferencias de suelo a usos económicos y agua subterránea). Son bienes de origen natural que no provienen de un proceso productivo, pero se utilizan en la producción. Incluyen tierra, bosques, yacimientos minerales, hidrocarburos y agua subterránea. La acumulación neta refleja tanto las adiciones positivas como el agotamiento de estos activos (PAOT, 2025).

ges_resid = Gestión de los residuos. Se refiere al conjunto de actividades relacionadas con la recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos generados por actividades domésticas y comerciales (INEGI, 2020).

Inv_pro = Investigación y desarrollo para la protección del medio ambiente. Son actividades orientadas a generar conocimiento y tecnología que contribuyan a la conservación de los recursos naturales, la mitigación de impactos ambientales y el desarrollo sustentable. (INEGI, 2016).

gte = Gasto Total Ejercido del Gobierno Federal (GTE). Es el conjunto de erogaciones realizadas por el gobierno federal para cumplir sus funciones, incluyendo gasto corriente (educación, salud y pensiones) y gasto de capital (infraestructura e inversión pública) (SHCP, 2016)

gto_amb = Gasto en protección ambiental del sector público > Total. Son las erogaciones monetarias destinadas a prevenir, controlar o remediar la contaminación y degradación ambiental, así como a promover la conservación del medio ambiente (INEGI, 2014).

ptragua = Protección y remediación de suelos, agua subterránea y superficiales. Incluye acciones para recuperar terrenos y cuerpos de agua contaminados mediante procesos de limpieza, restauración y rehabilitación, con el fin de devolverles su funcionalidad ecológica y social (SEMARNAT, 2013).

des_inv = Actividades de investigación y desarrollo para la gestión de recursos. Son esfuerzos científicos y tecnológicos enfocados en mejorar el uso, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales, incluyendo agua, suelo, energía y biodiversidad (INEGI, 2016)

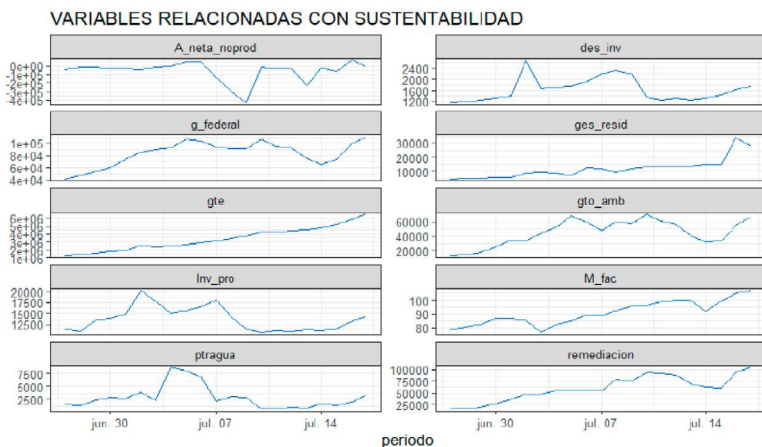
$g_federal$ = Gasto en Protección Ambiental total del sector público, por nivel de gobierno y hogares > Gobierno federal. Es la suma de los recursos públicos destinados a actividades de protección ambiental, desglosados por nivel de gobierno (federal, estatal, municipal) y por hogares, incluyendo acciones directas e indirectas (CEPAL, 2015)

Visualización grafico del modelo

$$remediación = M_fact + A_neta_noprod + ges_resid + Inv_pro + gte + gto_amb + ptragua + des_inv + g_federal \quad (3)$$

Gráfica 1.

Variables Relacionadas con Sustentabilidad.



Fuente: Elaboración propia con base en el INEGI (2025) y la SEMARNAT (2025).

Presentación del primer modelo

`summary(modelo)`

Call

$$lm(formula = lremediacion \sim A_neta_noprod + lges_resid + lInv_pro + lgte + lgto_amb + lptragua + ldes_inv | g_federal, data = sustentabilidad) \quad (4)$$

Tabla 3.
Residuos.

Min.	1Q	Median	3Q	Max.
-0.128330	-0.031233	-0.001269	0.034784	0.102217

Fuente: Elaboración propia con base en el INEGI (2025) y la SEMARNAT (2025).

Tabla 4.
Coeficientes.

	Estimación	Error Estándar	Valor T	Pr(>t)
Intercepto	-3.260e+00	2.595e+00	-1.256	0.232992
Activo Neto no productivo	2.190e-07	2.913e-07	0.752	0.466713
Redistribución del gasto	-5.710e-02	1.068e-01	-0.535	0.602552
Inversión productiva	1-578e-01	2.122e-01	0.744	0.471461
Gasto Total del gobierno federal	6.746e-01	1.363e-01	4.951	0.000336
Gasto en protección ambiental	1.006e-00	2.902e-01	3.465	0.004673
Protección y remediación de suelos y agua	-1.146e-01	4.272e-02	-2.684	0.019904
Desinversión	2.559e-01	2.050e-01	1.249	0.235609
Gasto federal	-7.584e-01	5.711e-01	-1.328	0.208906

Fuente: Elaboración propia con base en el INEGI (2025) y la SEMARNAT (2025).

Las variables que sí tienen un impacto estadísticamente significativo en el gasto de remediación son: gte (gasto total del Gobierno Federal), gto_amb (gasto en protección ambiental), ptragua (protección y remediación de suelos y aguas).

Esto sugiere que el gasto general del gobierno y el gasto ambiental específico son los principales impulsores de la remediación. El efecto

negativo de ptragung podría deberse a una reasignación de recursos o a que se considera como una categoría separada de remediación.

El modelo sugiere que el gasto en remediación ambiental está principalmente impulsado por decisiones de asignación de presupuesto a nivel gubernamental. Un aumento en el gasto total del gobierno (*lgte*) y el gasto general de protección ambiental (*lgto_amb*) se traduce directamente en un mayor gasto en remediación. Por el contrario, la inversión en áreas específicas como la protección del suelo y agua (*lptragung*) parece tener una relación inversa, lo que podría indicar una reasignación de recursos o una disminución de la necesidad de remediación general en esas áreas. Las demás variables, incluyendo la gestión de residuos y la investigación, no tienen un impacto estadísticamente significativo en este modelo.

Ante este primer modelo podemos detectar que no todas nuestras variables son significativas y por ello es necesario descartar aquellas que no lo sean, ya que, de seguir con este modelo, no nos proporcionaría datos cuantitativo-verídicos y estadísticamente respaldados.

Presentación del último modelo

≠ Regresion Multiple

modelo < -lm(lremediacion~lges_resid + lgto_amb + lptragung) (5)

data = sustentabilidad

summary(modelo)

Call:

lm(formula = lremediacion~lges_resid + lgto_amb + lptragung

data = sustentabilidad (6)

Tabla 5.
Residuos del segundo modelo.

Mín	1Q	Median	3Q	Max
-0.16868	-0.10053	-0.01758	0.07263	0.20722

Fuente: Elaboración propia con base en el INEGI (2025) y la SEMARNAT (2025).

Tabla 6.*Coefficientes del segundo modelo.*

	Estimación	Error Estándar	Valor t	
Intercepto	-0.50386	0.66024	-0.763	0.45584
lges_resid	0.0.38467	0.07470	5.149	8.02e-05
lgto_amb	0.82900	0.07742	10.708	5.63e-09
lptragua	-0.12763	0.04261	-2.995	0.00813

Fuente: Elaboración propia con base en el INEGI (2025) y la SEMARNAT (2025).

La regresión se llevó a cabo con transformaciones logarítmicas para poder interpretar de mejor forma el modelo y disminuir la volatilidad en los datos.

En consecuencia, se presentan las variables —gestión de los residuos, gasto en protección ambiental del sector público y la protección y remediación de suelos, agua subterránea y superficiales— que explican nuestra variable dependiente (actividades de remediación de la contaminación) en un 96 %. Lo que la convierte en una buena métrica para llevar a cabo acciones que modifiquen las actividades de remediación. También se tiene la validez estadística de las variables, ya que todas presentan un nivel de confianza del 99 %, ya que su p-valor es menor a 0.01 o, en su defecto, el t-valor es mayor a 2.

Interpretación de los parámetros:

- 1) lges_resid (0.38467): Un incremento del 1 % en el gasto en gestión de residuos se asocia con un aumento de aproximadamente 0,38 % en el gasto en remediación. Esto sugiere que el fortalecimiento de la gestión de residuos está positivamente asociado con el gasto en remediación. Puede deberse a que ambos tipos de gasto responden a una misma política ambiental o están coordinados dentro del mismo programa de intervención.
- 2) lgto_amb (0.82900): Un aumento del 1 % en el gasto total en protección ambiental se asocia con un aumento de aproximadamente 0,83 % en remediación ambiental, lo cual es muy significativo y sugiere un fuerte vínculo entre estos gastos. Esto es lógico, ya que remediar la contaminación es parte integral de la protección ambiental.

3) *Ip*tragua (-0.12763): Sorprendentemente, un aumento del 1 % en el gasto en protección del agua y suelos se asocia con una reducción del 0,13 % en remediación. Este resultado es contraintuitivo, pero puede tener explicaciones:

- Efecto sustitución: Si se invierte más en prevención y cuidado del agua y suelos, tal vez se necesite menos gasto en remediar el daño.
- Priorización presupuestaria: Si se destinan mayores recursos a un área (como suelos/agua), otros componentes del gasto (como remediación) podrían recibir menos presupuesto relativo.

Tabla 7.

Pruebas estadísticas para validar el modelo.

Prueba	Estadístico	Grados de libertad (df)	Valor-p (p-value)	Interpretación
Durbin-Watson	DW = 1.7313	—	0.09182	No hay evidencia fuerte de autocorrelación en los residuos.
Breusch-Pagan (heterocedasticidad)	BP = 2.7867	df = 3	0.4257	No se detecta heterocedasticidad significativa.
Breusch-Godfrey (autocorrelación, orden 1)	LM = 0.3745	df = 1	0.5406	No hay autocorrelación de primer orden en los residuos.
Breusch-Godfrey (autocorrelación, orden 3)	LM = 2.7377	df = 3	0.4339	No hay autocorrelación de hasta tercer orden.
Jarque-Bera (normalidad de residuos)	JB = 0.9180	df = 2	0.6319	Los residuos siguen una distribución normal

Fuente: Elaboración propia.

Factor de inflación de la varianza

Con base en los resultados, podemos encontrar que los datos son menores a 10. Es por ello que estadísticamente no hay multicolinealidad en el modelo.

Homocedasticidad

Tras realizar la prueba Breusch-Pagan y obtener un p-valor de 0.4257, el cual es mayor a 0.05, podemos determinar que el modelo es homocédstico, ya que presenta varianza constante y finita.

Autocorrelación

Tras pasar las pruebas Durbin-Watson y Breusch-Godfrey, al tener un p-valor de 0.09 y 0.4339 respectivamente, el cual es mayor a 0.05, definimos que no existe autocorrelación hasta n periodos.

Normalidad

Tras obtener un p-valor de 0.6319 en la prueba Jarque-Bera, podemos determinar que los residuos presentan normalidad estadística.

Información final del modelo

Al superar todas las pruebas diagnósticas, se garantiza que los coeficientes estimados reflejan relaciones reales y estables entre las variables, y no se ven afectados por errores sistemáticos. Por lo tanto, este modelo puede ser utilizado con confianza para:

- Evaluar el impacto de distintas partidas del gasto ambiental sobre la remediación.
- Informar decisiones presupuestarias.
- Formular políticas ambientales basadas en evidencia.

Este modelo busca explicar el gasto en actividades de remediación de la contaminación (la variable dependiente) en función de tres variables independientes:

- lges_resid: Gestión de los residuos.
- lgto_amb: Gasto en protección ambiental del sector público.
- lpragua: Protección y remediación de suelos y agua.

La utilización de transformaciones logarítmicas (lges_resid, lgto_amb, lpragua) permite una interpretación en términos de elasticidades, lo cual es muy útil para entender el impacto porcentual de cada variable.

Variables significativas

Todas las variables en este modelo son estadísticamente significativas, lo que significa que su impacto en el gasto de remediación es confiable. Esto se confirma porque sus valores p (indicados en la última columna de la tabla) son muy bajos, en todos los casos menores a 0.01, y los valores T son mayores a 2.

lges_resid (Gestión de Residuos)

Coeficiente: 0.38467

Interpretación: Un aumento del 1 % en el gasto de gestión de residuos se asocia con un aumento del 0,38 % en el gasto de remediación. Es probable que ambos gastos estén coordinados bajo una política ambiental más amplia, donde una mayor inversión en un área (gestión de residuos) va de la mano con una mayor inversión en otra (remediación) para abordar los problemas de contaminación de manera integral.

lgtto_amb (Gasto total en protección ambiental)

Coeficiente: 0.82900

Interpretación: Un aumento del 1 % en el gasto total de protección ambiental se asocia con un aumento del 0,83 % en el gasto de remediación. Este coeficiente es el más alto del modelo, lo que indica una relación muy fuerte. Remediar la contaminación es una de las principales acciones de protección ambiental, por lo que es lógico que un mayor presupuesto general para el medio ambiente se traduzca en una mayor inversión específica en remediación.

lptragua (Protección y Remediación de Suelos y Agua)

Coeficiente: -0.12763

Interpretación: Un aumento del 1 % en el gasto de protección de suelos y agua se asocia con una reducción del 0,13 % en el gasto general de remediación. Como bien señalas, este resultado es contraintuitivo, pero tus explicaciones son las más plausibles. Podría ser un efecto de sustitución, donde el dinero se canaliza directamente a la tragua y no se contabiliza en el gasto general de remediación. O, aún más interesante, podría ser que una mayor inversión en la prevención y cuidado del agua y los suelos reduce la necesidad de un gasto general en remediación a largo plazo.

El modelo indica que el gasto de remediación es altamente sensible al gasto total en protección ambiental y está positivamente relacionado con la gestión de residuos. Por otro lado, la relación negativa con la protección del agua y suelos podría ser un indicio de que los recursos se están reasignando de manera específica o de que la inversión en esta área está reduciendo la necesidad de una remediación más amplia. La capacidad del modelo de explicar el 96 % de la variabilidad en la variable dependiente (remediación) indica que es un modelo muy robusto y útil para la toma de decisiones.

5. Conclusiones

Este estudio confirma que las políticas de economía circular realmente funcionan para mejorar el comportamiento ambiental de la industria mexicana. Nuestro análisis, basado en un modelo econométrico, revela que el dinero invertido en protección ambiental y en la gestión de residuos es lo que más influye en el gasto que se hace para limpiar la contaminación. Esto nos dice que estas políticas son herramientas efectivas para impulsar el desarrollo sostenible. El modelo que usamos resultó ser muy confiable, ya que pudo explicar el 96 % de la variación en el gasto de remediación. Este resultado no solo demuestra que las variables que elegimos eran las correctas, sino que también ofrece datos concretos que pueden guiar la toma de decisiones en futuras políticas ambientales. La relación positiva que encontramos entre el gasto en protección ambiental y el gasto en remediación muestra que cuando el gobierno invierte en sostenibilidad, los resultados se pueden ver y medir directamente en el entorno.

Además, encontramos algo muy interesante: el efecto negativo del gasto en protección de suelos y aguas. Esto nos hace pensar que invertir en acciones preventivas puede reducir, a largo plazo, la necesidad de gastar en remediación. Este hallazgo es clave, ya que sugiere un enfoque más inteligente para asignar los recursos: priorizar la prevención para ser más eficientes con el presupuesto y lograr una sostenibilidad más duradera.

La principal contribución de este trabajo es que combina un análisis cuantitativo riguroso con una visión práctica de la economía circular. Así, pudimos evaluar el impacto real de las políticas públicas en la industria, un sector vital para México. También queremos resaltar la importancia de tener sistemas de seguimiento para poder ajustar las políticas a medida que cambian los resultados y aparecen nuevos retos ambientales.

En resumen, este estudio ofrece una base sólida para mejorar el diseño de políticas ambientales. Cuando la economía circular se apoya en los instrumentos correctos (legales, institucionales y financieros), puede ser un verdadero motor de cambio que nos lleve a un modelo de desarrollo más justo, eficiente y resistente.

6. Referencias

- Instituto Nacional de Estadística. (9 de agosto de 2025). Inversión en maquinaria y utillaje. Glosario de conceptos. <https://ine.es/DEFIne/es/concepto.htm?c=5768>
- Comisión Nacional del Agua. (2025). Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Integración de un organismo operador. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2018/CD003150.pdf>
- Alonso, I. R. (2011). Análisis de las fitocenosis en un gradiente altitudinal en el centro-sur del estado de Nuevo León, México [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León]. Repositorio Institucional. <http://eprints.uanl.mx/2366/1/1080221604.pdf>
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2019). El medio ambiente europeo: Estado y perspectivas 2020. https://www.eea.europa.eu/publications/soer-2020/chapter-09_soer2020-waste-and-resources/view
- Junta de Andalucía. (9 de agosto de 2025). Estrategias y políticas de investigación, desarrollo tecnológico, formación y educación en materia de medio ambiente. https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Publicaciones_Divulgacion_Y_Noticias/Documentos_Tecnicos/empleo_y_actividades_ID/capitulo_3.pdf
- Biermann, F. K. (2017). Global governance by goal-setting: the novel approach of the UN Sustainable Development Goals. *Current Opinion in Environmental* , 26-31.
- The Circular Campus. (2025, agosto). Economía circular: Pioneros del cambio. <https://www.ecoembesthecircularcampus.com/actores-de-la-economia-circular/>
- Canu, M. E. (2017). Economía Circular y Sostenible. CreateSpace.
- Castro, B. D. (2021). La aplicación del modelo de economía circular en Ecuador: estudio de caso. *Revista Espacios*, 42(13).
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2021). Oportunidad para una recuperación transformadora con igualdad. Naciones Unidas.
- Cerdá, E., y Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía Industrial*, (401), 11–20.

- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2025, 12 de agosto). ¿Qué hacemos? <https://www.gob.mx/inecc/que-hacemos>
- Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (1987). *Nuestro futuro común*. Oxford University Press.
- Cámara de Diputados. (2024). *Diario de los debates*. Diario de los Debates, LXV Legislatura.
- Escudero, C. N. (2018). *Estudios Ambientales*. Ciudad de México.
- Ministerio de Ciencia e Innovación. (2012). *Investigación, desarrollo e innovación en medio ambiente*. Gobierno de España.
- Gómez, J. (2020). La importancia del sector de transformación en la sostenibilidad. *Revista de Economía y Medio Ambiente*, 45-60.
- Gómez, J. (2023). Políticas gubernamentales de economía circular y su impacto en la industria de transformación. *Revista de Economía y Medio Ambiente*, 45-60.
- Universidad de Guanajuato. (2020). *Foro acuerdos en gestión ambiental [Memorias de evento]*.
- Guterres, A. (2017). *The Sustainable Development Goals Reports 2017*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2017/>
- Guterres, A. (2018). *The Sustainable Development Goals Reports 2018*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2018/>
- Guterres, A. (2019). *The Sustainable Development Goals Reports 2019*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/>
- Guterres, A. (2020). *The Sustainable Development Goals Reports 2020*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/>
- Guterres, A. (2021). *The Sustainable Development Goals Reports 2021*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/>
- Guterres, A. (2022). *The Sustainable Development Goals Reports 2022*. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/>

- Guterres, A. (2023). The Sustainable Development Goals Reports 2023. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). Cuentas económicas y ecológicas de México. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compartidos/pdf/COM_MET_GPA.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016). Encuesta sobre investigación y desarrollo tecnológico (ESIDET). <https://www.inegi.org.mx/temas/ciencia/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Residuos sólidos. <https://www.inegi.org.mx/temas/residuos/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (13 de agosto de 2025). Economía y Sectores Productivos. <https://www.inegi.org.mx/temas/manufacturas/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (09 de Agosto de 2025). Gasto público de protección al medio ambiente y gestión de recursos. <https://www.inegi.org.mx/temas/gastopub/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (09 de Agosto de 2025). Industria manufacturera. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/temas/manufacturas/>
- CEPAL, N. (2015). Guía metodológica: medición del gasto en protección ambiental del gobierno general. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37738/1/S1420956_es.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (25 de Mayo de 2025). Inicio. <https://www.inegi.org.mx/>
- Jersain Ricardo, A. C. (2024). Contribución de la fruticultura al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en Huichapan, Hidalgo [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chapingo]. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/items/d241f41a-5207-4230-94e5-59f56fb2521d>
- Ki-Moon, B. (2016). The Sustainable Development Goals Report 2016. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/>
- López, J. F. (2021). Medidas tributarias contra la obsolescencia programada en el marco de la economía circular: perspectiva comparada y posibles líneas de actuación. *Crónica*, 159-189.

- MacArthur, E. (2013). Towards the circular economy: Opportunities for the consumer goods sector. Ellen MacArthur Foundation.
- Ellen MacArthur Foundation. (2021). Objetivos universales de políticas para la economía circular.
- Martínez Arroyo, A. Octaviano Villasana, C. A., Nieto Ruiz, J. (2021). INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. Análisis y revisión técnica del marco legal existente para la instrumentación de una política en materia de economía circular en México, 47.
- Mayorga, X. S. (2022). Activos ambientales: Orientaciones desde la biocontabilidad. Cali Colombia.
- Moyano, A. P. (1998). Medio ambiente, desarrollo sostenible y escalas de sustentabilidad. *Revista Internacional de Sociología*, 151-175.
- Muñoz, G. D. (2021). Economía circular: Una revisión de literatura en Latinoamérica [Tesis, Universidad Icesi]. https://redcol.minciencias.gov.co/Record/ICESI2_fe7b15ff3b0e85822b4be247872acbe3
- Nadal, A. (2021). Aspectos económicos de la protección ambiental. *El Colegio de México*, 409-417.
- Nadal, A. (2021). El desarrollo sustentable y los desechos industriales: Elementos para una política ambiental. *El Colegio de México*, 377-390.
- Municipio de Nopaltepec. (2025). Plan de desarrollo municipal 2025-2027.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (1992). Medio ambiente y desarrollo. Francia Paris.
- Organización Mundial del Comercio. (2024). Refuerzo de la Agenda 2030 y erradicación de la pobreza en tiempos de crisis múltiple: Aportación efectiva de soluciones sostenibles, resilientes e innovadoras.
- Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial. (2000). Glosario de términos ambientales. https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/estadisticas_ambientales_2000/02_Dimension_Economica/02_01_Economia/GlosarioII.1.pdf
- Parada, E. L. (2002). Introducción a las políticas públicas. Fondo de Cultura Económica.
- Rodríguez-Becerra, M. y. (2018). Gobernanza y gerencia del desarrollo sostenible. <https://elibro-net.bdbiblioteca.universidadean.edu.co/es/lc/bibliotecaean/titulos/118317>

- Ropero, S. (2 de junio de 2020). Qué es la gestión de residuos: Definición, tipos y técnicas. *Ecología Verde*. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-gestion-de-residuos-2787.html>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2013). Remediación y revitalización de sitios contaminados: Casos exitosos en México. <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2011/CD001789.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (13 de agosto de 2025). Compendio de estadística ambiental. https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2018/
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (12 de agosto de 2025). SEMARNAT establece ruta de trabajo para atender compromisos internacionales. <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/semarnat-establece-ruta-de-trabajo-para-atender-compromisos-internacionales>
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público. (2016). Clasificación económica del gasto público. https://www.apartados.hacienda.gob.mx/presupuesto/temas/ppef/2006/temas/expo_motivos/em02.pdf
- Tarango, J. R. (2023). Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Diario Oficial de la Federación.
- Unidas, N. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Naciones Unidas. (11 de agosto de 2024). Historia de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. <https://sdgs.un.org/es/goals#history>
- Naciones Unidas. (2016). Informe sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2016. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2016/>
- Naciones Unidas. (2017). Informe sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2017. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2017/>
- Naciones Unidas. (2018). Informe sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2018. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2018/>
- Naciones Unidas. (2019). Informe sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/>
- Naciones Unidas. (2020). Informe sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2020. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/>

- Naciones Unidas. (2021). Informe sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2021. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/>
- Naciones Unidas. (2022). Informe sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2022. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/>
- Naciones Unidas. (2023). Informe sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2023. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/>
- Estados Unidos Mexicanos. (2024). Ley General de Cambio Climático. Diario Oficial de la Federación.
- Estados Unidos Mexicanos. (31 de diciembre de 2024). Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Diario Oficial de la Federación.

Capítulo 7

Conciencia ambiental a través de la biorremediación

*Arroyo-Morales Diana Karen¹
Galicia-De la O Angel de Jesús²
Reyes-Velázquez Christian³*

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE26001791>



¹ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Rio. ORCID: 0009-0008-6760-7786.

² Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Rio. ORCID: 0009-0000-6908-9240.

³ Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Boca del Rio. Email: christianreyes@bdelrio.tecnm.mx. ORCID: 0000-0001-8550-0167.

Resumen

Actualmente, la contaminación es uno de los problemas ambientales más relevantes a nivel mundial. La degradación de los recursos naturales representa un desafío crítico para la sostenibilidad del planeta. El objetivo es describir, ilustrar y enseñar cómo es que la biorremediación es una estrategia educativa que fomenta la conciencia ambiental y el pensamiento científico en los estudiantes de una manera práctica. Metodología: Se realizó una revisión de literatura científica sobre sustentabilidad, sostenibilidad, biorremediación y su aplicación como estrategia educativa. Resultados y discusión La biorremediación es una alternativa sostenible y efectiva; su aplicación educativa es prometedora para enfrentar desafíos ambientales y se requiere un enfoque transdisciplinario para integrar la biorremediación con la educación ambiental y lograr soluciones. Conclusiones: La biorremediación es una herramienta educativa clave, ya que proporciona un modelo práctico y sostenible para la enseñanza de las ciencias ambientales. Sirve para conectar la teoría con la práctica, mostrando a los estudiantes cómo los principios de biología, química y ecología resuelven problemas reales de contaminación. Así los conceptos abstractos se transforman en herramientas concretas para un impacto positivo en la comunidad.

Introducción

La crisis ambiental global es un problema complejo que afecta a todos los aspectos de la vida en la Tierra; si bien a menudo se discute en términos de cambio climático, contaminación del agua y del suelo, es un componente crítico y a menudo subestimado de esta crisis.

La relación del ser humano con el ambiente siempre ha sido contradictoria: por un lado, destruyendo para sobrevivir; por otro, reproduciendo o garantizando la reproducción de seres vivos (agricultura,

ganadería, etcétera). La conciencia sobre esa doble necesidad siempre ha estado presente; cualquier historia ambiental del mundo muestra que las sociedades menos desarrolladas tecnológicamente sufrieron de crisis ambientales, en la mayoría de los casos por depredar recursos naturales hasta su extinción (Tommasino et al., 2005).

En la actualidad, el cuidado ambiental ha ganado relevancia debido a los estragos provocados por la gestión deficiente de los recursos naturales; por ello, un campo que ha tomado notoriedad en las ingenierías ambientales es la disciplina de la biorremediación.

La biorremediación microbiana es la más conocida y utilizada, ya que emplea bacterias, hongos y algas para descontaminar ambientes afectados por sustancias nocivas. Además de esta, existen técnicas que aprovechan plantas o animales para lograr el mismo objetivo. No solo se consideran una medida de sustentabilidad, sino también de sostenibilidad, porque ofrece una alternativa ecológica, económica y menos invasiva que los métodos tradicionales de limpieza, como la incineración o el uso de productos químicos para transformar compuestos orgánicos tóxicos en productos metabólicos menos tóxicos o inocuos (Van Deuren et al., 1997).

La educación ambiental es crucial en la concientización del medio ambiente, por lo que debe precisarse el buen uso de conceptos como sostenible y sustentable.

Ambos conceptos se han usado indiscriminadamente, lo que ha provocado que hayan perdido su significado original. Hoy en día, casi cualquier producto o idea se vende como “sostenible” debido a su popularidad y a la percepción positiva que genera en la sociedad; esta saturación del término, impulsada por el marketing, ha debilitado su verdadero sentido, que es el de perdurar en el tiempo sin comprometer los recursos futuros (Ávila, 2018).

Por lo tanto, para fomentar prácticas sostenibles entre los estudiantes, es fundamental que las instituciones educativas promuevan una conciencia compartida sobre la relevancia de proteger el medio ambiente y adoptar hábitos responsables. Estas entidades tienen la responsabilidad de formar a jóvenes que puedan afrontar los retos ecológicos y sociales del mañana, preparándolos para convertirse en agentes de cambio y líderes comprometidos con la sostenibilidad en sus comunidades, profesiones y, en general, con el mundo (Gibson, 2021; Gössling, 2002).

Con base en estos planteamientos, se plantea la pregunta de investigación principal: ¿Puede la biorremediación servir como una estrategia educativa efectiva para promover la conciencia ambiental y el pensamiento científico de los estudiantes?

Por ello el objetivo es describir, ilustrar y enseñar como es que la biorremediación es una estrategia educativa que fomenta la conciencia ambiental y el pensamiento científico en los estudiantes de una manera práctica y relevante.

Al aprender sobre biorremediación, los estudiantes comprenden cómo la ciencia puede usarse para solucionar problemas reales como la contaminación. Esto los ayuda a entender el impacto antropogénico y las consecuencias de la contaminación en el ambiente, así como la necesidad de buscar soluciones a largo plazo sin afectar otros sectores y al mismo tiempo desarrollar un sentido de responsabilidad al volverse agentes de cambio y contribuir a un futuro más limpio.

1. Metodología

La estrategia de investigación fue una revisión de literatura científica especializada en los temas de sustentabilidad, sostenibilidad, biorremediación y su aplicación como una estrategia educativa. La búsqueda se realizó mediante el uso de metabuscadores especializados en la búsqueda de artículos científicos (Google académico). Como criterios de selección de los documentos analizados, se consideraron aquellos documentos con una antigüedad menor a diez años, a excepción de los considerados una autoridad literaria del tema analizado. Durante el proceso también se realizó una depuración de la literatura encontrada para seleccionar únicamente los artículos científicos.

A partir de lo anterior, se desarrollaron los temas de la síntesis de la información utilizando tablas y diagramas de la información conceptual.

2. Resultados y discusión

2.1 Sostenibilidad y desarrollo sustentable

En la actualidad, los conceptos sustentabilidad y sostenibilidad se usan como sinónimo de forma indiscriminada. Si bien están relacionados, no son lo mismo, citando a Monsalve y colaboradores 2022 en su artículo “Desde la sostenibilidad hasta el desarrollo sustentable: Una radiografía de la evolución del concepto”, los autores ofrecen una revisión histórica de ambos conceptos, desde el Informe Brundtland de 1987. Destacan que, aunque a menudo se usan indistintamente, el término sostenibilidad se enfoca en la capacidad de perdurar en el tiempo, buscando un equilibrio entre los tres pilares principales: económico, social y ambiental.

Por su parte, el concepto de desarrollo sustentable pone un mayor énfasis en el uso racional de los recursos naturales para proteger el medio ambiente, con un enfoque más directo en la acción. En esencia, la sostenibilidad es el objetivo (el estado ideal a alcanzar) y la sustentabilidad es el proceso o las acciones para lograrlo.

Es de crucial importancia la distinción de estos conceptos, ya que esto ayuda a los estudiantes a ser más críticos con la información que reciben. Pueden identificar si un proyecto que se autodenomina “sustentable” realmente cumple con los criterios más amplios de la “sostenibilidad” o si solo se enfoca en un aspecto, como la reducción de emisiones de gas, sin considerar el impacto en las comunidades locales o la equidad social.

2.2 Biorremediación en México

La biorremediación es una técnica de remediación ambiental que utiliza organismos vivos para degradar y eliminar contaminantes del suelo, el agua y el aire. Es una alternativa sostenible y respetuosa con el ambiente en comparación con los métodos convencionales de remediación, que a menudo son costosos y pueden tener impactos negativos adicionales. Esta ha demostrado ser efectiva en la eliminación de una amplia gama de contaminantes, como hidrocarburos, compuestos orgánicos persistentes y metales pesados (Morales et al., 2018).

El enfoque basado en el uso de microorganismos permite la degradación y transformación de contaminantes en formas menos tóxicas o incluso en productos inocuos. Además, la biorremediación puede ser aplicada in situ, evitando la necesidad de trasladar grandes cantidades de suelos o agua contaminados (Rodríguez et al., 2022).

En el sentido educativo, la biorremediación se presenta como una estrategia prometedora para poder abordar los desafíos de la contaminación ambiental.

2.3 Técnicas de biorremediación

La aplicación de la biorremediación puede ser de manera *ex situ* o *in situ*, basada en las características del contaminante, la ubicación y los requerimientos de los microorganismos. El éxito de estos métodos depende de los factores ambientales para los sistemas microbiológicos (luz, temperatura, oxígeno, pH, tipo de sustrato, suplementos, entre otros), ya que estos brindarán las condiciones adecuadas para su proliferación y ejecución de la actividad remediadora (Martínez, 2018).

Entre las metodologías más relevantes para la biorremediación se mencionan las más utilizadas en la actualidad: la biorremediación microbiana, fitorremediación, bioaumentación y bioestimulación.

En la Tabla 1 se muestran algunos ejemplos de los tipos de biorremediación anteriormente mencionados:

Tabla 1.
Conceptos de técnicas en biorremediación.

Técnica	Agente biológico principal	Mecanismo de acción básico	Condiciones óptimas	Aplicabilidad educativa
Fitorremediación	Plantas	Absorción, acumulación o transformación de contaminantes en raíces, tallos y hojas	Suelo contaminado, luz solar, humedad controlada	Cultivo escolar, monitoreo de crecimiento

Técnica	Agente biológico principal	Mecanismo de acción básico	Condiciones óptimas	Aplicabilidad educativa
Biorremediación microbiana	Bacterias y hongos	Degradación de compuestos tóxicos mediante metabolismo microbiano	pH neutro, temperatura moderada, nutrientes disponibles	Observación en laboratorio, cultivos en placas
Bioestimulación	Microorganismos nativos	Estimulación de actividad microbiana mediante adición de nutrientes o aireación	Presencia de contaminantes, buena oxigenación	Simulación de procesos en maquetas o acuarios
Bioaumentación	Microorganismos externos	Introducción de cepas específicas para acelerar la degradación	Compatibilidad con el entorno, control de competencia microbiana	Experimentos guiados con cepas seguras

Fuentes: (Vidali, 2001; Garzón et al., 2017; Guillén, 2021; Rubiano, 2022).

2.4 Desafíos y perspectivas futuras

La degradación ambiental, el cambio climático, así como la contaminación de suelos y cuerpos de agua, representan desafíos urgentes que precisan de soluciones sostenibles y una ciudadanía informada. La conciencia ambiental se torna esencial para que las nuevas generaciones comprendan el impacto de sus acciones y participen activamente en la restauración ecológica. En este contexto, la biorremediación se presenta como una alternativa viable, aunque esta se enfrenta a limitaciones técnicas y sociales que deben ser abordadas.

2.4.1 Educación en los estudiantes para un mejor mañana

Para enfrentar el desafío del cambio climático y promover la participación ciudadana en la protección del medio ambiente, es fundamental implementar una serie de acciones y estrategias educativas, por lo que se recomienda: establecer un sistema de tarifa de recolección de residuos,

fomentar la conservación de la naturaleza desde casa y en la escuela, realizar evaluaciones iniciales de los desechos generados, organizar actividades de educación y concientización, instalar dispositivos de ahorro de agua y captación de agua, y evaluar el uso de materiales que reduzcan el consumo de papel y otros recursos (Ochante et al., 2023).

A continuación, en la Tabla 2 se muestran dos casos destacados en los que se implementó la biorremediación en la educación ambiental.

Tabla 2.

Implementación de la biorremediación en la educación ambiental.

Autores	Estrategia educativa	Implicaciones
Calatrava et al., 2024	Revisión crítica sobre el uso de microalgas en tratamiento de aguas residuales.	Presenta especies utilizadas en distintos tipos de aguas (municipales, industriales, agrícolas). Discute la percepción pública, ingeniería genética y aplicaciones en bioeconomía circular.
Cárdenas y García, 2025	Enseñanza contextualizada a través de la resolución de problemas ambientales.	Extracción de celulosa de cáscaras de aguacate para remover amoxicilina del agua. Uso de residuos orgánicos. Reflexión crítica sobre la contaminación.
Jennings, 1997	Módulo didáctico basado en simulación computacional de procesos de biorremediación.	Uso del software BIO1D para modelar la degradación de fenol en aguas subterráneas. Promueve el aprendizaje activo en ingeniería ambiental mediante simulaciones visuales y análisis de parámetros.
Morales-Mancera et al., 2025	Análisis transdisciplinario sobre biorremediación en países megadiversos.	Sistematiza experiencias en Colombia, India, Brasil, etc. Destaca el uso de microalgas y consorcios en contextos vulnerables. Propone la biorremediación como estrategia educativa y de la conservación ambiental.

Autores	Estrategia educativa	Implicaciones
Ramírez et al., 2019	Aplicación práctica de biorremediación en laboratorios universitarios.	Uso de consorcios bacterianos y hongos inmovilizados para degradar residuos peligrosos como hipoclorito de sodio y colorantes. Evaluación experimental con ANOVA. Promueve conciencia sobre manejo de residuos en contextos académicos.
Rubiano, 2024	Diseño de material educativo para enseñar biorremediación con microalgas.	Encapsulación de microalgas en esferas de alginato. Aplicación en formación docente para integrar el tema en contextos escolares.
Soria y López, 2025	Divulgación científica con enfoque educativo sobre ficorremediación.	Explicación accesible de mecanismos como bioadsorción, biocaptación y biodegradación. Uso de microalgas para remover contaminantes emergentes. Potencial para reutilizar biomasa en biofertilizantes y bioplásticos.

2.4.2 *Enfoques transdisciplinarios*

La biorremediación no puede abordarse desde una sola disciplina. Su implementación efectiva requiere un enfoque transdisciplinario que integre conocimientos de biología, química ambiental, ingeniería, ecología, sociología y educación ambiental. Esta integración permite adaptar las soluciones a las características específicas de cada sitio contaminado, considerando tanto los aspectos técnicos como los sociales y culturales (Kota-Ruiz et al., 2018).

Teniendo como ejemplo las comunidades rurales afectadas por derrames de hidrocarburos, la participación de líderes locales y educadores ambientales ha sido clave para fomentar la aceptación de proyectos de biorremediación. La colaboración entre científicos y actores sociales permite diseñar estrategias que respeten el contexto geográfico y socio-

cultural, aumentando la eficacia y sostenibilidad de las intervenciones (Mamani, 2022).

La educación ambiental juega un papel fundamental en este proceso. Promover la conciencia ecológica desde edades tempranas y en espacios comunitarios fortalece el vínculo entre ciencia y sociedad. Según estudios recientes, integrar la educación ambiental en el currículo escolar contribuye a formar individuos comprometidos con la sostenibilidad y capaces de participar activamente en la transformación social (Mamani, 2022).

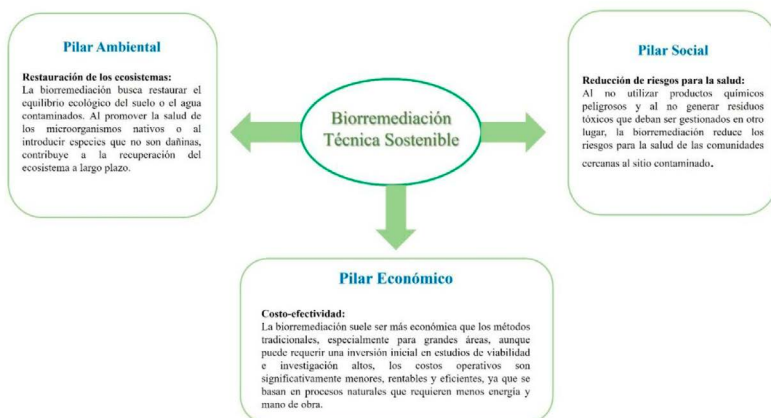
Además, el pensamiento complejo y la transdisciplinariedad permiten abordar los problemas ambientales desde múltiples perspectivas, superando las limitaciones de la especialización científica. Este enfoque favorece la creación de soluciones integrales que consideran la interdependencia entre el ser humano y su entorno (Cota-Ruiz et al., 2018).

3. Análisis de Resultados

La biorremediación para la educación de las nuevas generaciones es crucial, debido a que se puede considerar una técnica sustentable y también sostenible. Para entender el porqué, hay que analizarla desde la perspectiva de los tres pilares de la sostenibilidad (ambiental, social y económico) (Figura 1).

Figura 1.

Pilares que conformar la sostenibilidad en la biorremediación como una técnica sostenible.



4. Conclusiones

La biorremediación es una herramienta educativa fundamental, debido a que ofrece un modelo práctico sustentable y sostenible para la enseñanza de las ciencias ambientales y la promoción de un cambio de actitud hacia la protección del medio ambiente. Se subraya que este enfoque es replicable y adaptable para diferentes contextos educativos. De igual manera, si los vemos desde un enfoque industrializado, es más eficiente y constatable.

Sirve como ejemplo para conectar la teoría con la práctica, permite a los estudiantes ver cómo principios de la biología, la química y la ecología se aplican para resolver problemas tangibles y urgentes, como la contaminación del agua o el suelo. Enseñar sobre la biorremediación transforma conceptos abstractos (como el metabolismo microbiano, la descomposición de compuestos o la fotosíntesis) en herramientas prácticas que pueden tener un impacto positivo en sus propias comunidades.

5. Agradecimiento

A la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Boca del Río por el apoyo brindado durante la realización de este trabajo.

Referencias

- Ávila, P. Z. (2018). La sustentabilidad o sostenibilidad: un concepto poderoso para la humanidad. *Tabula Rasa*, (28), 409–423.
- Calatrava, V., Gonzalez-Ballester, D., y Dubini, A. (2024). Microalgae for bioremediation: advances, challenges, and public perception on genetic engineering. *BMC Plant Biology*, 24. <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05995-5>
- Cárdenas Moreno, K. J., y García Sierra, P. A. (2025). Biorremediación de aguas contaminadas con sustancias orgánicas emergentes: Un enfoque para integrar la educación ambiental [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/21050>

- Cota-Ruiz, K., Nuñez-Gastelúm, J. A., Delgado-Ríos, M., y Martínez-Martínez, A. (2019). Biorremediación: Actualidad de conceptos y aplicaciones. *Biocencia*, 21(1), 37–44. <https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971082005.pdf>
- Garzón, J. M., Rodríguez-Miranda, J. P., y Hernández-Gómez, C. (2017). Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación. *Universidad y Salud*, 19(2), 309–320. <https://doi.org/10.22267/rus.171902.89>
- Gibson, C. (2021). Critical tourism studies: new directions for volatile times. *Tourism Geographies*, 23(4). <https://doi.org/10.1080/14616688.2019.1647453>
- Gössling, S. (2002). Human-environmental relations with tourism. *Annals of Tourism Research*, 29(2). [https://doi.org/10.1016/S0160-7383\(01\)00069-X](https://doi.org/10.1016/S0160-7383(01)00069-X)
- Guillén Luna, V. L. (2021). La biorremediación como técnica de desarrollo sustentable: Revisión sistemática. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. <https://www.researchgate.net/publication/350709617>
- Jennings, A. A. (1997). A bioremediation teaching module based on BIO1D. *Environmental Modelling y Software*, 12(1), 1–18. [https://doi.org/10.1016/S1364-8152\(96\)00009-3](https://doi.org/10.1016/S1364-8152(96)00009-3)
- Mamani Mamani, R. (2022). Educación ambiental y políticas curriculares en Bolivia. *Arca*, 8(23), 576–592. <https://www.scielo.org.bo/pdf/arca/v8n23/a22-576-592.pdf>
- Martínez, L. M. (2018). Evaluación del estado de conservación de suelos contaminados. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Monsalve, D. B., Tibacuy, C. A. D., Cáceres, A. H., y Baquero, J. E. G. (2022). Desde la sostenibilidad hasta el desarrollo sustentable. *Latam*, 3(3), 101.
- Morales, S., y Hernandez, S. (2018). Estado actual de la investigación sobre plaguicidas en México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*.
- Morales-Mancera, L. T., Diaz Ortiz, L. L., Gutiérrez-Fonseca, J. E., y Vives, M. J. (2025). Restoring nature with microbes: bioremediation in the world's biodiversity hotspots. *Applied and Environmental Microbiology*. <https://doi.org/10.1128/aem.01442-25>

- Ochante-Ramos, R. H., Riveros-Davalos, M., y Mamani-Mercado, N. G. L. (2023). Prácticas sostenibles y conciencia ambiental. *Koinonía*, 8, 287–305.
- Ramírez, C., Ariza, J., Castellanos, J., y Camacho, J. (2019). Biorremediación de residuos peligrosos generados en laboratorios de docencia universitaria. *Conocimiento para el Desarrollo*, 10(1), 81–85. <https://doi.org/10.17268/CpD.2019.01.12>
- Rodríguez, y Zárata. (2022). Biodiversidad bacteriana en suelos contaminados. *Revista de Ciencias Ambientales*, 56, 1.
- Rubiano Gil, L. F. (2022). Enseñanza de la biorremediación: diseño experimental con microalgas [Trabajo de grado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <https://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/17946>
- Soria Guerra, R. E., y López Torres, M. A. (2025). Biorremediación... ¿con microalgas?. *Universitarios Potosinos*, 281, 3–8. Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Tommasino, H., Foladori, G., y Taks, J. (2005). La crisis ambiental contemporánea. ¿Sustentabilidad? *Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, 9–26.
- Van Deuren, J., Wang, Z., y Ledbetter, J. (1997). Remediation technologies screening matrix and reference guide (3rd ed.). U.S. Environmental Protection Agency, Technology Innovation Office. <http://www.epa.gov/tio/remed.htm>
- Vidali, M. (2001). Bioremediation. An overview. *Pure and Applied Chemistry*, 73(7), 1163–1172. <https://doi.org/10.1351/pac200173071163>

Capítulo 8

Impacto económico, social y ambiental del desperdicio de alimentos en la Ciudad de México

*Vigil Zuñiga Andrea¹
Rita Ávila Romero²
Cesaire Chiatchoua³*

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE26001807>



¹ Instituto politécnico Nacional/Escuela Superior de Economía.

² Instituto politécnico Nacional/Escuela Superior de Economía. ORCID: 0000-0002-4214-8105.

³ Instituto politécnico Nacional/Escuela Superior de Economía. Email: cchiatchoua@ipn.mx. ORCID: 0000-0001-8915-7562.

Resumen

El desperdicio de alimentos no solo representa una pérdida económica considerable, sino también un reflejo de desigualdades sociales profundamente arraigadas. Mientras toneladas de alimentos en buen estado terminan en vertederos, millones de personas enfrentan dificultades para acceder a una dieta adecuada y nutritiva. El objetivo de esta investigación es analizar el impacto del desperdicio de alimentos en la Ciudad de México desde tres perspectivas principales: económica, social y ambiental, durante el período 2000-2020. Mediante el uso de fuentes secundarias tomadas del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, se encuentra que la mala gestión de recursos alimentarios ha ocasionado la pérdida de aproximadamente el 30 % de los alimentos producidos, mientras millones de personas enfrentan inseguridad alimentaria derivada de las ineficiencias en la cadena de suministro, la desigualdad en el acceso a alimentos y el efecto ambiental del desperdicio. Finalmente, se presentan propuestas concretas que combinan políticas públicas, innovación tecnológica y educación social, como la adopción de un modelo de economía circular, la producción de compost o biogás a partir de residuos alimentarios. Además, el fortalecimiento de los bancos de alimentos existentes y la creación de nuevos centros de redistribución.

1. Introducción

El desperdicio de alimentos es una de las paradojas más significativas de nuestro tiempo. En un mundo donde la producción alimentaria es suficiente para alimentar a toda la población global, un tercio de los alimentos producidos cada año se pierde o se desperdicia. El desperdicio de alimentos ha causado un doble desperdicio de recursos en los alimentos mismos y en la cadena de suministro de alimentos de producción, transporte, cocción y procesamiento, lo que resulta en emisiones

innecesarias de gases de efecto invernadero y pérdidas económicas (Li, Wang y Jin, 2021).

La FAO (2012), siguiendo lo anterior muestra en un estudio realizado que alrededor de un tercio de la producción de los alimentos destinados al consumo humano se pierde o desperdicia en todo el mundo, lo que equivale a aproximadamente 1300 millones de toneladas al año. Esto significa obligatoriamente que cantidades enormes de los recursos destinados a la producción de alimentos se utilizan en vano, y que las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la producción de alimentos que se pierden o desperdician también son emisiones en vano.

En Eslovaquia, Saberini (2020) menciona que más de 14 millones de toneladas representa la cantidad de residuos producidos en 2018. De estos, 2,1 millones de toneladas fueron residuos municipales, lo que representa 393 kg por habitante al año. Lamentablemente, esta cifra aumenta cada año. Si no comenzamos a analizar racionalmente nuestras propias necesidades y, al mismo tiempo, a gestionar inteligentemente los residuos que, como seres humanos, producimos globalmente, corremos el riesgo de reducir significativamente la comodidad de la vida. Como se puede ver, esta situación adquiere dimensiones especialmente preocupantes en las grandes metrópolis como la Ciudad de México (CDMX), donde coexisten altos índices de desperdicio alimentario con niveles alarmantes de pobreza e inseguridad alimentarias.

Al respecto, es hogar de más de 9 millones de habitantes y el núcleo de una de las zonas metropolitanas más grandes del mundo (CDMX), donde enfrenta retos significativos en su sistema alimentario. Según datos de la Secretaría de Desarrollo Social, cada año se desperdician alrededor de 19 millones de toneladas de alimentos en México, de las cuales una gran parte proviene del Valle de México. Esta cantidad sería suficiente para alimentar a los 7,4 millones de personas que viven en pobreza extrema en el país. Las ineficiencias en la cadena de suministro, los hábitos de consumo inadecuados y la falta de políticas públicas efectivas son la causa de esta situación (Secretaría del Bienestar, 2013).

El desperdicio de alimentos no solo representa una pérdida económica considerable, sino también un reflejo de desigualdades sociales profundamente arraigadas. Mientras toneladas de alimentos en buen estado

terminan en vertederos, millones de personas enfrentan dificultades para acceder a una dieta adecuada y nutritiva. Esta contradicción evidencia fallas sistémicas en la distribución y manejo de los recursos alimentarios, que se agravan por la falta de infraestructura adecuada y la ausencia de regulaciones claras que promuevan un aprovechamiento más eficiente de los alimentos excedentes.

Además de los efectos sociales, el desperdicio de alimentos tiene un impacto ambiental significativo. La producción de alimentos que nunca se consumirán implica el uso innecesario de recursos naturales como agua, suelo y energía, además de contribuir al cambio climático. Según la FAO (2014), el desperdicio de alimentos genera aproximadamente el 8 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero. En la Ciudad de México, los alimentos desechados en vertederos producen grandes cantidades de metano, un gas de efecto invernadero con un impacto climático 25 veces mayor que el dióxido de carbono. Por lo que realizar una base para la formulación de políticas y un respaldo de datos para reducir el desperdicio de alimentos y lograr una reducción de las emisiones de carbono suenan una posible vía de solución.

Es por ello que el objetivo central de esta investigación es analizar el impacto del desperdicio de alimentos en la Ciudad de México desde tres perspectivas principales: económica, social y ambiental, en el periodo 2000 hasta 2020. A lo largo del desarrollo, se identifican las principales causas de este problema y se exploran ejemplos nacionales e internacionales que ofrecen lecciones valiosas. Finalmente, se presentan propuestas concretas para mitigar el desperdicio, desde la implementación de políticas públicas hasta el fortalecimiento de bancos de alimentos y la promoción de una economía circular.

2. Algunos teóricos sobre

En este apartado, se abordan las teorías que explican el problema del desperdicio de alimentos en la Ciudad de México.

2.1. Malthus

Thomas Malthus fue un gran economista y demógrafo con un gran poder sobre las opciones políticas y económicas. Fue el primero en escribir un ensayo sobre el principio de la población en 1798, en el cual habla de cómo la población incrementa cada cierto tiempo y de manera geográfica. Sin embargo, por otra parte, los alimentos crecerán de manera aritmética, lo que provocará que la población se limite. Si la población llegara a crecer en exceso, se vería disminuida por una serie de eventos como hambre, epidemias o la guerra, debido a que los medios de subsistencia no tendrían la capacidad de abarcar a toda la población (Malthus, 1798).

Con base en lo anterior, el autor esperaba que en la discusión de tan interesante problema nadie podría dudar de que obraba exclusivamente por amor a la verdad, sin perjuicio alguno contra ninguna categoría determinada de hombres ni de opiniones (Malthus, 1798). Necesitamos que la sociedad se reduzca al grado en el que los recursos sean suficientes para todos, puesto que en la actualidad vivimos en un México donde no existe un equilibrio. Lograr mantener un equilibrio permitirá que no exista ni la sobreproducción de alimentos, ni tampoco carecer de ellos.

2.2. Amartya Sen

Sen es filósofo y economista, ganador del Premio Nobel de Economía en el año de 1998. “No se puede trazar una línea de pobreza y aplicarla a rajatabla a todo el mundo por igual, sin tener en cuenta las características y circunstancias personales” (Sen, 2001).

El autor hace su planteamiento tomando en cuenta que todas las personas no viven en el mismo entorno y que se deben considerar diferentes factores: geográficos, biológicos y sociales, debido a que estos determinarán el nivel de ingreso de cada persona. También define a la pobreza como la privación de las necesidades básicas. La idea de poder respaldar esta investigación mediante su teoría es poder analizar desde diferentes ángulos por qué las personas no pueden cubrir esta primera necesidad, que es la alimentación; es evidente que el desperdicio de alimentos es uno de los factores. Además, existen situaciones donde la misma población,

al pertenecer a una zona vulnerable, por el simple hecho del lugar en el que nacieron, no les permite lograr satisfacer esta necesidad (Sen, 2001).

2.3. Engel

Para este análisis, se decidió agregar también una propuesta muy interesante referente al gasto alimentario, la cual es propuesta por Engel. En ella se plantea que: Todo aquel gasto es la razón del gasto de cada hogar. Por lo cual se debe observar cuánto del gasto percibido en un hogar es el que se gasta en los alimentos (Engel, 1895).

No se puede medir la pobreza alimentaria con el poder de adquirir alimentos para el hogar, ya que no todas las personas tienen el mismo grado de posibilidad de acceder a una canasta básica completa. Al utilizar este concepto, se aborda una cuestión fundamental: a pesar de las toneladas de alimentos que se producen al día en la Ciudad de México, aún no se ha podido lograr reducir el desperdicio de alimentos, ni que estos lleguen a aquellos lugares donde hace tanta falta.

2.4. Martin Caparrós

En una visión un poco más actual, se decidió también mencionar una de las opiniones de un escritor y periodista argentino que habla sobre uno de sus trabajos titulado “El hambre”. Él considera que el hambre es no estar seguro de si lograremos hacer la comida del siguiente día, el no tener seguro si comeremos en la noche o en la mañana. Es claro que hay personas que no logran cubrir esta primera necesidad. ¿Qué es lo que está pasando? Se están desperdiciando grandes cantidades de alimentos (Caparrós, 2014).

Derivado de esta opinión, mucha gente tristemente ha desperdiciado comida incluso en su propia casa. Aunque parezca un acto inocente, no se toma en cuenta el daño que hay detrás. No solo es el desperdicio de las grandes industrias, restaurantes o lo que suceda en la central de abastos; se trata de un cambio que se debe hacer todos, desde el núcleo, desde el hogar, con la finalidad de que ese alimento pueda ser aprovechado por aquellas personas que no pueden adquirirlo.

3. Ley del Consejo Nacional para el Aprovechamiento de Alimentos

En el decimoquinto Foro Global Agroalimentario, organizado por el Consejo Nacional Agropecuario (CNA), se señaló que dicha cantidad es preocupante por la creciente demanda de alimentos, ante un número cada vez mayor de la población para 2030. Es triste saber que hay un grado muy elevado de personas en situación de pobreza y aún más personas muriendo de hambre o con problemas de desnutrición (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2025).

Adicionalmente, y con base en los datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2014), la mayor cantidad de alimento se desperdicia en la cadena de agricultura y transportación en los países en desarrollo. En cambio, en aquellas naciones desarrolladas, por ejemplo, en el Reino Unido, se echan a perder 10 millones de toneladas, de las cuales 70 % corresponde a los hogares; ante esta situación, se puso en marcha una estrategia y logró reducir 19 % del desperdicio en una década. El desperdicio de comida se ha convertido en un hábito peligroso.

En México se ha calculado que se desperdician aproximadamente 20,4 millones de toneladas de alimentos al año, lo que representa un desperdicio por persona de 170 kilogramos anuales, los mismos que podrían cubrir la demanda de 7,4 millones de personas en pobreza y carencia alimentaria. Del otro lado de los desperdicios, el hambre y la pobreza, está el daño al medio ambiente; los desperdicios de alimentos implican una huella de carbono global. Aparte, se utilizan recursos como el suelo y el agua para producir alimentos que ni siquiera serán consumidos (Secretaría del Bienestar, 2013).

Siguiendo en México, la cantidad de alimentos desperdiciados genera 36 millones de toneladas de CO₂, lo que equivaldría a las emisiones anuales de 16 millones de vehículos, y por esta misma causa se estima la pérdida de 40 mil millones de litros de agua según el Banco Mundial (2017). A partir de lo anterior, los diputados proponían promover esquemas de recuperación donde se puedan aprovechar y proporcionar estos alimentos a las personas que no logren cubrir esta necesidad, así como evitar y mitigar el daño al medio ambiente.

4. Metodología

Este estudio analiza el impacto del desperdicio de alimentos en la Ciudad de México desde tres perspectivas principales: económica, social y ambiental durante el período 2000-2020. Es un estudio de corte transversal; se llevó a cabo mediante un análisis descriptivo, de enfoque cuantitativo, de acuerdo con Márquez-Molina et al. (2024). Este apartado utiliza datos y figuras, debido a la necesidad de cuantificar y aportar evidencia numérica que permite visualizar aspectos del desperdicio alimenticio desde lo económico, social y ambiental.

Se presentan datos secundarios derivados de fuentes como la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la Secretaría del Bienestar y el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL) con el fin de sentar las bases de un estudio sobre desperdicio de alimentos en las áreas de economía, social y ambiental y generar propuestas concretas para mitigar el desperdicio, desde la implementación de políticas públicas hasta el fortalecimiento de bancos de alimentos y la promoción de una economía circular.

Se analizaron diversos informes elaborados por organismos nacionales y de la Ciudad de México con el objetivo de recopilar los elementos necesarios para la descripción del fenómeno de desperdicio de alimentos en la Ciudad de México.

5. Resultados

En este apartado, se presentan los resultados de este estudio desde los ámbitos, económico, social y ambiental.

5.1 Contexto general del desperdicio de alimentos en la Ciudad de México

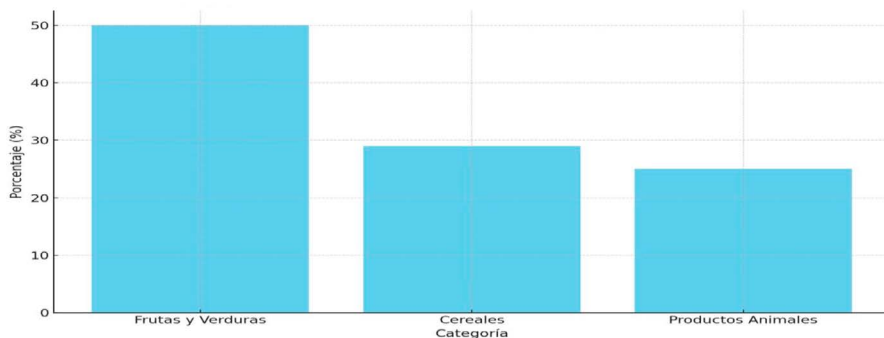
El desperdicio de alimentos en la Ciudad de México no es un asunto aislado, sino el reflejo de ineficiencias estructurales en la cadena de suministro alimentaria, hábitos de consumo poco sostenibles y una falta de políticas efectivas para gestionar los recursos. Según la FAO (2014),

México se encuentra entre los países que más alimentos desperdician en América Latina, con aproximadamente 37 % de su producción agrícola convirtiéndose en desperdicio cada año.

En la Ciudad de México, epicentro económico del país, el desperdicio alcanza niveles críticos debido a la densidad poblacional y el tamaño del mercado alimentario. La Central de Abastos, considerada la mayor en América Latina, es el punto donde más alimentos se pierden, con hasta 45 % de los productos desechados en algunas temporadas. Este fenómeno ocurre a pesar de que el 27 % de la población de la ciudad enfrenta inseguridad alimentaria.

Figura 1.

Porcentaje de desperdicio por categoría de alimentos en México.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2023.

La figura 1 muestra cómo se distribuye el desperdicio alimentario por categorías principales de alimentos en México. Los datos se centran en tres categorías clave:

- 1) *Frutas y verduras (50 %)*: Representan la mayor proporción de desperdicio, ya que son alimentos altamente perecederos y vulnerables a daños durante la producción, transporte, almacenamiento y comercialización. Esto también puede estar relacionado con estándares estéticos en supermercados que descartan productos “imperfectos”.
- 2) *Cereales (29 %)*: Incluyen alimentos básicos como arroz, trigo y maíz, que, aunque menos perecederos, se pierden debido a la mala gestión de inventarios y condiciones de almacenamiento deficientes.
- 3) *Productos animales (25 %)*: Carne, pescado

y productos lácteos tienen una menor participación en el desperdicio en términos de volumen, pero representan pérdidas económicas y ambientales significativas debido a los altos recursos necesarios para su producción.

Lo anterior muestra que el 50 % del desperdicio recae en frutas y verduras, lo que sugiere la necesidad de mejorar las cadenas de frío, el transporte y la sensibilización de los consumidores sobre el uso de estos productos antes de desecharlos. Además, refleja una oportunidad para redistribuir alimentos en buen estado hacia comunidades necesitadas.

Al respecto hay que indagar sobre las principales causas de este fenómeno de desperdicio:

1) *Fallos en la producción agrícola*: La sobreproducción de ciertos cultivos, combinada con la falta de infraestructura de almacenamiento, provoca que productos frescos se pierdan antes de llegar al mercado. 2) *Ineficiencias en la distribución*: La falta de refrigeración adecuada durante el transporte es una de las principales causas de pérdidas en productos perecederos como frutas y verduras. 3) *Hábitos de consumo*: Los consumidores tienden a desechar alimentos debido a fechas de caducidad mal interpretadas o por no aprovechar completamente los productos adquiridos. 4) *Falta de regulación*: En México no existen leyes estrictas que obliguen a las empresas a donar alimentos en buen estado o a informar sobre el manejo de sus desperdicios.

5.2 Impacto económico

El desperdicio de alimentos tiene un impacto directo en la economía local y nacional. Cada año, las pérdidas asociadas al desperdicio en México superan los 100 mil millones de pesos, considerando no solo el valor de los alimentos, sino también los recursos empleados en su producción: tierra, agua, fertilizantes, transporte y mano de obra. El desperdicio de alimentos tiene un impacto económico significativo en la industria alimentaria, uno de los principales y más importantes segmentos del sector económico (Preciado-Saldaña et al., 2022). También afecta a toda la cadena de suministro alimentario, desde la producción hasta el consumo, y tiene consecuencias financieras directas e indirectas que se enumeran a continuación:

1. Pérdidas para productores y empresas
 - *Agricultores y productores:* Los alimentos que se cultivan, pero no se cosechan o se desechan, representan una pérdida de inversión en semillas, fertilizantes, agua y mano de obra.
 - *Procesadores y distribuidores:* El costo de transportar, almacenar y procesar alimentos que terminan desperdiciados también implica pérdidas económicas.
 - *Minoristas:* Supermercados y tiendas enfrentan pérdidas por alimentos que no se venden antes de caducar o que no cumplen con estándares estéticos.
2. Impacto en los hogares
 - Las familias gastan una parte importante de su ingreso en alimentos que no llegan a consumirse. Según estimaciones, el desperdicio de alimentos puede representar hasta el 25 % del presupuesto alimentario de un hogar.
3. Costos ambientales y energéticos
 - Producir alimentos que terminan desperdiciados consume recursos como agua, energía y tierras de cultivo, cuyos costos económicos son significativos. Por ejemplo, se estima que el desperdicio global de alimentos genera un costo anual de casi 1 billón de dólares solo en términos de recursos utilizados.
4. Aumento de precios y desigualdad
 - El desperdicio genera ineficiencia en el sistema alimentario, lo que puede llevar a un aumento en los precios de los alimentos. Esto afecta de manera desproporcionada a los hogares de bajos ingresos.
5. Costos sociales y económicos por la gestión de residuos
 - Los gobiernos y las ciudades invierten grandes cantidades de dinero en la gestión de los residuos alimentarios. En muchos casos, los desechos orgánicos representan el 30-50 % del total de los residuos sólidos urbanos, lo que incrementa el costo del manejo de basura y afecta los presupuestos municipales.
6. Pérdida de oportunidades económicas
 - Los alimentos desperdiciados podrían aprovecharse para alimentar a las personas que sufren de hambre, generando valor social. Alternativamente, podrían utilizarse en industrias como la producción de biogás o fertilizantes, lo que abriría nuevas fuentes de ingresos.

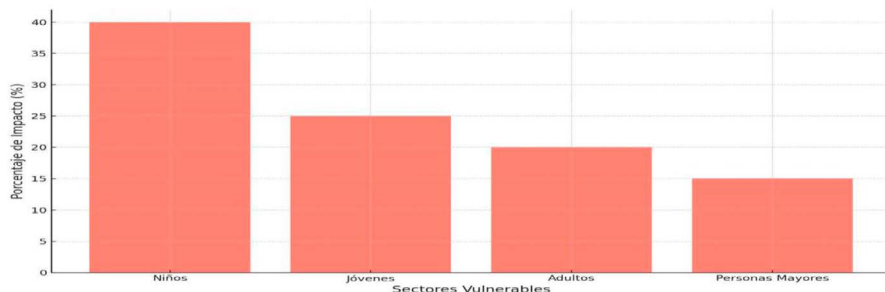
Combatir el desperdicio de alimentos no solo es una cuestión ética y ambiental, sino también una necesidad económica. Invertir en soluciones como educación, políticas públicas y tecnologías para la reducción del desperdicio puede traducirse en ahorros significativos y un sistema alimentario más sostenible.

5.3 Impacto social

La coexistencia del desperdicio de alimentos con altos índices de pobreza alimentaria en la Ciudad de México evidencia una profunda desigualdad estructural. El Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), en el 2023, reportó que 7,4 millones de personas en México viven en pobreza alimentaria, y una gran parte de esta población reside en el Valle de México.

Figura 2.

Impacto del desperdicio de alimentos en sectores vulnerables en la Ciudad de México.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI, 2023.

El problema del desperdicio de alimentos no es solo técnico o logístico, sino también ético. La desigualdad en el acceso a alimentos, agravada por un sistema que favorece el despilfarro, plantea preguntas fundamentales sobre las prioridades de la sociedad. En un contexto donde la pobreza alimentaria afecta a millones de personas (Saberini, 2020), abordar el desperdicio de alimentos no solo es una necesidad ambiental, sino también una cuestión de justicia social porque afecta directamente a grupos vulnerables, como se menciona a continuación:

Niños y adolescentes:

- La desnutrición infantil afecta al 12 % de los niños menores de cinco años en la Ciudad de México.
- Los niños en hogares con inseguridad alimentaria tienden a tener bajo rendimiento escolar y mayor riesgo de abandonar sus estudios.

Adultos en edad laboral:

- La falta de acceso a alimentos nutritivos reduce la productividad laboral. Según el INEGI (2023), 15 % de los trabajadores en sectores informales padecen inseguridad alimentaria severa.

Adultos mayores:

- Este grupo enfrenta graves problemas de salud, como osteoporosis y enfermedades cardíacas, debido a la falta de acceso a una dieta balanceada.

5.4 Impacto ambiental

El desperdicio de alimentos contribuye significativamente al cambio climático y al agotamiento de recursos naturales. Producir alimentos que terminan como desperdicio implica la utilización de agua, energía y tierra de manera ineficiente, además de generar emisiones de gases de efecto invernadero. Por lo tanto, Franco Cedeño (2016) argumenta que reducir el desperdicio debe ser prioridad de todos los estados y de todas las personas para remediar parte del impacto negativo al medio ambiente y, además, permitir que esos recursos sean aprovechados y se disminuya el número de personas con hambre.

De lo anterior analizado, se enumeran los efectos ambientales del desperdicio en la Ciudad de México:

1. Generación de metano:

Los residuos orgánicos en vertederos, como los alimentos desechados, generan metano, un gas 25 veces más perjudicial que el dióxido de carbono.

En 2023, el metano proveniente de desechos orgánicos en la Ciudad de México representó el 10 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero de la región (INEGI, 2023).

2. *Desperdicio de recursos naturales:*

Producir un kilogramo de arroz requiere 2500 litros de agua; al desperdiciarlo, también se pierden estos recursos (INEGI, 2023).

El uso excesivo de fertilizantes en cultivos desechados contribuye a la contaminación del suelo y de los cuerpos de agua. Entonces, México podría incorporar diferentes comportamientos que impulsen la disminución del desperdicio de alimentos en la Ciudad de México basándose en algunas estrategias que a continuación se presentarán. Por lo que conocer el impacto ambiental del desperdicio de alimentos a nivel de hogar es un paso fundamental para el desarrollo de políticas públicas o campañas de educación orientadas a promover el consumo sostenible (Cáceres et al., 2021).

6. Propuestas o estrategias de mejoras

El interés de este apartado es destacar la urgencia de adoptar estrategias integrales para reducir el desperdicio de alimentos y promover un sistema alimentario más equitativo y sostenible. La Ciudad de México, como una de las urbes más grandes y dinámicas del mundo, tiene la oportunidad de liderar el cambio hacia un modelo más eficiente, responsable y justo. Reducir el desperdicio no solo aliviará las tensiones sociales y económicas de la región, sino que también contribuirá a mitigar los efectos del cambio climático, asegurando un futuro más sostenible para las próximas generaciones.

6.1 Economía circular

El modelo de economía circular transforma residuos alimentarios en biogás para transporte público. Este enfoque ha reducido las emisiones de gases de efecto invernadero y ha fomentado el uso sostenible de recursos (Marcelino-Aranda et al., 2022).

6.2 Políticas públicas y regulación

- Implementar leyes que prohíban el desecho de alimentos aptos para el consumo, como en Francia y otros países europeos.

- Establecer incentivos fiscales para empresas que donen alimentos excedentes. Esto permitirá que la población necesitada tenga algo de comer por un lado y las empresas se sientan motivadas para aumentar su productividad por otro lado. También, los consumidores podrán invitar el excedente de su cena o comida con los necesitados.
- Crear una comisión especializada en la gestión del desperdicio alimentario, integrada por sectores público, privado y social. Esto es bueno porque permitirá gestionar de manera eficiente los alimentos y, muy importante, esta comisión será generadora de empleos.
- Infraestructura y tecnología: Mejorar las condiciones de transporte y almacenamiento para reducir pérdidas durante la distribución.
- Fomentar la inversión en tecnologías de conservación, como empaques biodegradables que extiendan la vida útil de los alimentos.

6.3 Educación y concienciación social

- Incluir la sostenibilidad alimentaria como parte del currículo educativo en todos los niveles.
- Lanzar campañas públicas que promuevan el consumo responsable y la planificación adecuada de compras.
- Promoción de la economía circular: Transformar los residuos alimentarios en compost y biogás mediante alianzas con empresas de tecnología verde.
- Incentivar la creación de startups que conviertan alimentos desperdiciados en productos innovadores, como snacks deshidratados.
- Fortalecimiento de bancos de alimentos: Ampliar la capacidad de los bancos de alimentos existentes mediante inversión en infraestructura y logística.
- Promover alianzas con supermercados, restaurantes y productores locales para garantizar un flujo constante de alimentos donados.

7. Conclusiones

El desperdicio de alimentos en la Ciudad de México es un asunto que, lejos de ser únicamente una cuestión de gestión de recursos, representa un

reflejo de las desigualdades estructurales de la sociedad. Este fenómeno se enmarca en un contexto global donde el uso excesivo e ineficiente de recursos afecta tanto al medio ambiente como a los sectores más vulnerables de la población. A lo largo de este análisis, se ha evidenciado cómo el desperdicio de alimentos tiene un impacto negativo desde múltiples perspectivas: económica, social y ambiental.

Desde el punto de vista económico, las pérdidas asociadas al desperdicio de alimentos representan un desafío significativo para productores, distribuidores y consumidores. Los costos de producción, transporte y almacenamiento no recuperados afectan de manera desproporcionada a los pequeños y medianos productores, quienes carecen de la infraestructura necesaria para evitar mermas durante la distribución. Por otro lado, las grandes empresas del sector alimentario enfrentan también dificultades relacionadas con el manejo de inventarios y desechos. En un contexto de crisis económica global, estas pérdidas resultan insostenibles, especialmente en una ciudad con alta densidad poblacional como la Ciudad de México. La optimización de la cadena de suministro alimentaria es crucial no solo para reducir costos, sino también para garantizar la disponibilidad de alimentos a precios accesibles para todos los sectores de la sociedad.

El impacto social del desperdicio de alimentos es quizás el aspecto más alarmante. En la Ciudad de México, donde una parte significativa de la población enfrenta inseguridad alimentaria, resulta moralmente inadmisible que toneladas de alimentos aptos para el consumo terminen en vertederos. Este contraste evidencia fallas en los sistemas de distribución, así como en la implementación de políticas públicas que promuevan una redistribución equitativa. Mientras que millones de personas, especialmente niños, sufren las consecuencias de la desnutrición y la falta de acceso a alimentos nutritivos, otros sectores de la población desechan productos debido a su mal manejo o estándares estéticos irrelevantes. Este escenario subraya la necesidad urgente de construir sistemas alimentarios más equitativos y sostenibles.

El análisis también ha dejado claro el daño ambiental generado por el desperdicio de alimentos. La Ciudad de México, como una de las urbes más grandes del mundo, enfrenta retos considerables en la gestión de residuos. Los alimentos que terminan en vertederos no solo represen-

tan una pérdida de los recursos naturales empleados en su producción, como agua y tierra, sino que también contribuyen significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero. La generación de metano en los basureros municipales agrava el cambio climático, creando un ciclo negativo que afecta tanto al medio ambiente como a las comunidades más vulnerables. En este sentido, las estrategias para reducir el desperdicio de alimentos no deben ser vistas únicamente como un acto ético o moral, sino como una medida necesaria para la preservación de los recursos del planeta.

Para combatir la problemática planteada, es imprescindible una acción conjunta y coordinada entre el gobierno, el sector privado y la sociedad civil. En términos de políticas públicas, la implementación de leyes que regulen el manejo de desperdicios y promuevan la donación de alimentos excedentes es un paso fundamental. Ejemplos internacionales, como las regulaciones adoptadas en Francia, donde los supermercados están obligados a donar alimentos en buen estado, demuestran que es posible lograr avances significativos con la legislación adecuada. México tiene el potencial de adoptar medidas similares, ajustándolas a las particularidades de su contexto socioeconómico.

Desde la perspectiva del sector privado, es necesario que las empresas alimentarias adopten modelos de economía circular, en los que los residuos se transformen en recursos valiosos. Iniciativas como la producción de compost o biogás a partir de residuos alimentarios no solo ayudan a mitigar el impacto ambiental, sino que también generan oportunidades económicas. Además, el fortalecimiento de los bancos de alimentos existentes y la creación de nuevos centros de redistribución pueden garantizar que los excedentes lleguen a las comunidades que más los necesitan.

Por ende, la sociedad tiene un papel crucial en la reducción del desperdicio de alimentos. La educación y la sensibilización son herramientas fundamentales para promover un cambio cultural en la manera en que se consumen y valoran los alimentos. Desde la planificación de compras hasta la correcta conservación y aprovechamiento de los productos, pequeños cambios en los hábitos cotidianos pueden generar un impacto significativo. Además, la incorporación de la sostenibilidad alimentaria

en los programas educativos ayudaría a formar generaciones más conscientes y responsables con el medio ambiente.

Es importante también incluir las implicaciones para la práctica y las futuras líneas de investigación. El desperdicio de alimentos no es solo un tema de recursos, sino un reflejo de las prioridades y valores de una sociedad. Abordarlo requiere un enfoque integral que combine políticas públicas efectivas, innovación tecnológica, educación social y compromiso colectivo. Al reducir el desperdicio, no solo se generarán beneficios económicos y ambientales, sino que también se avanzará hacia una sociedad más justa y equitativa. En un mundo donde los recursos son finitos y las desigualdades persisten, la lucha contra el desperdicio de alimentos debe ser vista como una oportunidad para construir un futuro más sostenible para todos.

Referencias

- Banco Mundial. (2017). Pérdidas y desperdicios de alimentos en México: Una perspectiva económica, ambiental y social.
- Cáceres, P., Strasburg, V. J., Morales, M., Huentel, C., Jara, C y Solís, Y. (2021). Determinación de la ecoeficiencia en desperdicios alimentarios generados a nivel de hogar: Caso piloto en Chile. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(2), 276-291. <https://doi.org/10.15359/rca.55-2.14>
- Caparrós, M. (2014). *El hambre*. Anagrama.
- El Economista. (11 de agosto de 2023). Se suman 7.4 millones a población vulnerable por carencias sociales. <https://www.eleconomista.com.mx/politica/se-suman-7-4-millones-a-poblacion-vulnerable-por-carencias-sociales-20230811-0005.html>
- Engel, E. (1895). Die Lebenskosten Belguscher Arbeiter-Familien früher und jetzt, *Internacional Statistical Institute Bulletin*, 9, 1-74.
- Franco Cedeño, E. (2016). El desperdicio de alimentos: una perspectiva desde los estudiantes de Administración de Empresas de la UPS Guayaquil. *Revista Retos*, 11(1), 51-64.

- Gobierno del Estado de Chihuahua. (11 de septiembre de 2025). Inicia en Chihuahua el Foro Global Agroalimentario 2025: El Futuro de la Alimentación. <https://www.chihuahua.gob.mx/prensa/inicia-en-chihuahua-el-foro-global-agroalimentario-2025-el-futuro-de-la-alimentacion>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2023). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares.
- Li, J., Li, W., Wang, L., y Jin, B. (2021). Environmental and economic impacts of food waste in university canteens from a life cycle perspective [Traducción propia]. *Energies*, 14(18). <https://doi.org/10.3390/en14185907>
- Malthus, T. (2016). Primer ensayo sobre la población (A. Pérez, Trad.). Alianza. (Trabajo original publicado en 1798).
- Marcelino-Aranda, M., Macías Alcibar, A., Martínez-Rodríguez, M. C y Camacho, A. D. (2022). La economía circular como alternativa hacia un nuevo modelo para la actividad industrial sustentable. *Tecnología en marcha*, 35(3), 195-206. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=699874404022>
- Márquez-Molina, O., Reyes Álvarez, R., Rojas Contreras, I. I., y Reyes Reza, I. (2024). Evaluación del impacto nutricional, ambiental y económico de los desperdicios orgánicos del tianguis de Ozumba, Estado de México. *UVserva*, (16), 245–257. <https://doi.org/10.25009/uvs.vi16.2980>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo: Alcance, causas y prevención. [Archivo PDF] <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/38a101f5-84de-40bf-ab80-1d761f3f5ddb/content>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). Food waste and loss: Global assessment report.
- Perez, D. (28 de enero de 2020). ¿Te alcanza para cubrir la canasta básica alimentaria con el salario mínimo de 2020? <https://www.dineroenimagen.com/economia/te-alcanza-para-cubrir-la-canasta-basica-alimentaria-con-el-salario-minimo-de-2020/118759>

- Preciado-Saldaña, A. M., Ruiz-Canizales, J., Villegas-Ochoa, M. A., Domínguez-Avila, J. A y González-Aguilar, G. A. (2022). Aprovechamiento de subproductos de la industria agroalimentaria. Un acercamiento a la economía circular. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 23(2), 92. <https://www.redalyc.org/journal/813/81373798002/html>
- Seberini, A. (2020). Economic, social and environmental world impacts of food waste on society and zero waste as a global approach to their elimination. *SHS Web of Conferences*, 74. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20207403010>
- Secretaría del Bienestar (13 de noviembre de 2013). Pérdidas y desperdicios de alimentos en México. <https://www.gob.mx/bienestar/prensa/se-desperdician-mas-de-diez-mil-toneladas-de-alimentos-cada-ano-en-mexico>
- Sen, A. (2001). Las mil caras de la pobreza. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://www.iadb.org/es/noticias/amartya-sen-y-las-mil-caras-de-la-pobreza>

Capítulo 9

Buried Treasure, Buried Rights: Gender Wage Inequality in Latin American Mining Industry

*Paul Alejandro Delgadillo Fabián
Edgar Rogelio Ramírez Solís
Francisco Javier Valderrey Villar*

DOI: <https://doi.org/10.61728/AE26001814>



Abstract

This study examines gender pay inequalities in Latin America's mining industry. This study is based on data from several mining companies in various Latin American countries. It uses quantitative and qualitative methods to analyze the data. The results reveal significant pay disparities between men and women in the mining industry in Latin America, with women earning, on average, between 25 % and 41 % less than men in equivalent roles. This study identifies several factors contributing to these disparities, including discrimination and bias, lack of access to training and career development opportunities, and gendered occupational segregation.

The study also finds the consequences of these pay disparities, including reduced economic security and well-being for women and their families and negative impacts on the broader economy. The study concludes by proposing several policy and practice recommendations for addressing gender pay inequalities in the mining industry in Latin America, including implementing gender-sensitive recruitment and retention strategies, promoting equal pay and equal opportunities for women, and addressing discrimination and bias in the workplace.

1. Unveiling the Gender Pay Gap: A Holistic Examination of Latin America's Mining Industry

The issue of gender pay disparity persists globally, impacting both developed and developing nations. This inequality affects individual women and has broader economic implications, hindering growth, poverty reduction, and social development (Goldin, 2014; OECD, 2022). While the change in pay differentials among workers with similar skills and education accounts for a large share of overall inequality, more than half of the prevailing wage inequality occurs among workers with equivalent

education, labor market experience, gender, location, and employment in the same sector (Helpman et al., 2010). The mining industry exemplifies this trend, with women often receiving lower pay and facing significant barriers to advancement, particularly in regions like Latin America (Kansake et al., 2020). This study analyzes the income gender gap (IGG) within Latin America's mining sector, exploring its multifaceted causes and far-reaching consequences (Mayes and Pini, 2014; Ugwuanyi and Jones, 2016; Yeung and Yang, 2020).

The roots of gender pay disparities in mining are deep and multifarious. Women who earn less than men are disproportionately affected by poverty and lack access to crucial services like healthcare and education, impeding their full participation in society (Busse and Speilmann, 2006). In 2022, the global gender gap closed by 68,1 %, meaning it would take 132 years to reach full parity (Global Gender Gap Report, 2022). Despite these challenges, efforts to address gender pay gaps have been insufficient, with male dominance in the workforce and entrenched cultural norms perpetuating inequalities (McDonald et al., 2012). While previous studies have shed light on these issues, more quantitative analysis is still needed, particularly across different countries. This study seeks to fill that gap by examining trends in the IGG over the past decade, emphasizing the need for continued action to achieve true gender parity.

Moreover, the complexities of gender pay disparities extend beyond the workplace, intersecting with more significant economic and political systems. The mining industry's impact on gender equality profoundly affects stakeholders positively and negatively. Globalization and multinational corporations exacerbate disparities by outsourcing low-paying jobs to developing countries, where women often bear the brunt of unequal compensation (Madgavkar et al., 2016). Despite the potential benefits of women's participation in the workforce, limited political will and inadequate legal protections impede progress toward gender equity.

Given these challenges, this study aims to provide valuable insights into the current gender pay disparities in Latin America's mining industry. By identifying root causes and highlighting the adverse effects of unequal pay, we seek to inform policies and programs to promote equality and fairness in the workplace. Ultimately, our analysis underscores the ur-

gency of addressing gender pay disparities to foster inclusive economic growth and social development in Latin America and beyond (Messina and Silva, 2018; Ugwuanyi and Jones, 2016).

We hope this study will help inform policies and programs to promote equality and fairness in the workplace by understanding the factors contributing to gender pay disparities in developing countries and highlighting the adverse effects of unequal pay.

2. A Review of Gender Pay Disparities in Developing Countries

The income gender gap (IGG) in developing countries has garnered considerable attention within the academic community due to its persistent nature and significant socioeconomic implications (Lee and Kray, 2021; Aksoy et al., 2021). Scholars have often decomposed this gap to understand its various components, including gender differences in human capital, family responsibilities, labor market location, and organizational characteristics (Rosenfeld and Kalleberg, 1990; Kalleberg and Berg, 1987). Notably, the mining industry in Latin America faces unique challenges, including governmental interactions and a lack of rule of law, contributing to gender income disparities (Valderrey et al., 2022; Humphrey et al., 2019).

Gender-based division of labor and cultural expectations significantly influence women's economic opportunities despite the region's economic growth and urbanization (Marquez and Prada, 2007). Women are often relegated to low-paid occupations, perpetuating wage inequalities (Atal et al., 2009). Research across Latin American countries offers diverse perspectives on the causes of the income gender gap, ranging from fertility rates to educational attainment (Madrigal, 2004; Pagan and Sanchez, 2000; Popli, 2008).

Studies on specific Latin American countries highlight distinct factors contributing to wage differentials. In Mexico, for instance, Madrigal (2004) states that higher fertility rates may result in lower levels of female labor participation, while women with higher levels of schooling have a higher opportunity cost when leaving their jobs. Pagan and Sanchez

(2000) argue that because women are forced to balance family and market responsibilities, they face a significant constraint on women's work, productivity, and earnings, which may expand the IGG. Popli (2008) assures that increasing women's education level leads to higher wages than men in the long term if segregation and age-related paradigms do not persist.

The literature focused on Brazil finds that income differences may be mainly attributed to an organization's human capital department (Birdsall and Fox, 1985), to unobserved characteristics (Tiefenthaler, 1992), to an increase in the female proportion of the labor force (Olivera, 2001), to skin color (Arias et al., 2004), to higher differences in the informal sector than the formal sector (King, 2007) and in urban areas than in rural areas. (Loureiro et al., 2004).

Similarly, in Chile, systematic differences in education, experience returns, and structural barriers to accessing decision-making posts contribute to wage gaps (Montenegro, 2001; Fuentes et al., 2005; Acosta, 2007). Education becomes significant in explaining IGG only after the 50th percentile, which favors women. The unexplainable gap is more prominent at the median of the salary distribution curve. At the same time, the IGG seems to decrease at both ends of the wage distribution spectrum (Astudillo and Perticará, 2008).

In Colombia, the correlation between the gender gap and relative poverty underscores the profound socioeconomic implications of income disparities (Urdinola et al., 2006; Bernat and Vélez, 2008), and a glass ceiling effect occurs when women reach a certain level or position (Badel and Peña, 2008).

Meanwhile, in Peru, factors such as overrepresentation in low-paid jobs and the positive effect of education on reducing the income gender gap are notable (Chavez-O'Brien, 2003; Barrón, 2008). Ethnic-related variables have no apparent effect on the IGG, but there is a positive effect if education is introduced (Ñopo et al., 2007). Gill (1992) concludes that the wage sector may attract highly educated women. However, the lack of flexibility may lead them to search for alternatives such as self-employment.

The COVID-19 pandemic has further exacerbated gender income disparities in Latin America, with women disproportionately affected by

job losses and increased caregiving responsibilities (Alon et al., 2020). Research suggests that women were more likely to suffer job and income losses because of the pandemic than men. (Fabrizio et al., 2021). Governmental responses to the pandemic, while necessary, have inadvertently reinforced traditional gender roles, underscoring the need for targeted policies to address gender inequalities (Stotsky, 2016). While these policies do not differentiate based on gender but on the type of industry and work, traditional divisions of job-related gender and caring roles disproportionately affect women.

This review underscores the intricate interplay of economic, social, and cultural factors contributing to gender pay disparities in developing countries.

3. Unveiling Gender Disparities: A Methodological Exploration

This study adopts a comparative research design to analyze the Income Gender Gap (IGG) in the Latin American mining industry, encompassing six countries: Mexico, Argentina, Chile, Colombia, Venezuela, and Panama. Utilizing secondary data from national and international databases, including official government reports, labor market surveys, and mining industry databases, we aim to discern common trends and country-specific variations in gender disparities (IMCO, 2019; Secretaría de Minería de Argentina, 2021.; Datamexico, 2023; Portal Minero Chile, 2022; Bravo, 2017; Infobae, 2022; DANE, s.f.; CEPAL, 2023; El Nacional, s.f.; INDESA, 2023). The data was collected for a specific period from 2017 to 2023, ensuring consistency across countries.

A stratified sampling technique ensures representation from diverse regions and mining companies within each country. The sample size, determined based on data availability and statistical power considerations, encompasses a range of mining operations, from large-scale to small-scale, capturing the industry's heterogeneity in Latin America. Table 1 presents a summary of the authors and extracted pay gap data.

Table 1.
References summary and extracted data.

Author	Title	Country	Year Published	Pay Gap %
Instituto Mexicano Para La Competitividad	Gender Pay Gap: A Sectorial and International Comparative Analysis	México	2022	0.25
Secretaría de minería	Employment Overview in the Mining Industry	Argentina	2021	-0.109
Datamexico	Mining: Salaries and Employed Population	México	2022	-0.0291
Portal Minero Chile	Gender Pay Gap: A Reflection of Society	Chile	2022	-0.204
Universidad de Chile	Gender Pay Gap in the Professional Segment of the Chilean Mining Industry: A Case Study	Chile	2017	-0.1132
Infobae	Female Labor Participation Stagnates in the Mining Industry in Peru	Peru	2022	-0.06
Departamento Administrativo Nacional de Estadística	Gender Pay Gap in Colombia	Colombia	2022	0.236
Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)	Gender Gaps in Global Value Chains in the Americas and the Caribbean	Peru	2023	-0.41
Noticiero El nacional	Gender Pay Gap in Venezuela Exposes Women to Cases of Violence and Extreme Poverty	Venezuela	2023	-0.2179
Indesa Panamá	Economic Impact of Minera Panama: Preliminary Results	Panamá	2021	-0.2017

Source. Own elaboration

At first glance, substantial variations can be observed among the data, with the most significant gender gap in favor of women being 25 % in Mexico and the most crucial gender gap in favor of men being 41 % in Peru. In the case of Mexico, the credibility of the information is compromised as there are two different figures from two sources—one indicating a gender gap in favor of women and the other stating a minimal gender gap in favor of men. This discrepancy may be attributed to factors such as the population considered for each statistical figure, the data collection year differing from the year of publication, and the type of job positions for each gender.

4. Key Findings

The study's results underscore a gender pay gap within the mining industry across selected Latin American countries. Conducting a t-test analysis at a 95 % confidence level revealed an average gender pay gap of 0.0642.

On average, female employees in the mining sector earn approximately 6,42 % less than their male counterparts, indicative of significant gender-based earnings disparities within the industry. Notably, while this study establishes the presence of a gender pay gap, it does not delineate specific contributing factors.

Further research is imperative to unveil underlying causes, such as occupational segregation and discrimination, inherent to the mining industry and the socio-cultural contexts of the countries examined. These findings align with prior research on income gender gaps in the global mining industry and Latin America, emphasizing the persistence of gender inequalities necessitating targeted interventions.

Moreover, this study's contribution to the literature on gender inequality in the Latin American mining sector is invaluable, providing evidence to inform policy reforms and initiatives to foster gender equality. It is worth noting that while sources indicate a reduction in the gender gap over time due to increased female participation and reduced educational disparities, challenges persist.

Given the occupations typically held by women in the industry, gender gaps, whether favoring women or men, remain inevitable. Nonetheless, the consensus among sources is optimistic, affirming ongoing efforts and anticipating continued reduction of the gap with time.

5. Towards Gender Equity

The sources converged in the conclusion that the gender gap has been reducing over time due to the increment in women working in the field and the reduction of educational gaps in the branch. It is important to note that due to job positions occupied by women in the industry, the gender gap, either in favor of women or men, is inevitable nowadays. All sources also conclude that there is still room for improvement and that the gap will continue to be reduced with time.

Considering the mining industry's susceptibility to external influences like commodity prices, technological advancements, and governmental policies, future research could benefit from longitudinal analyses to comprehensively capture IGG fluctuations over time.

The study's findings underscore the ongoing reduction of the gender gap attributable to increased female participation and narrowed educational disparities within the mining industry. However, due to the occupational segregation prevalent in the sector, gender gaps, whether favoring women or men, remain inescapable despite advancements and ample room for improvement persists, necessitating continued research efforts.

Future research endeavors should integrate qualitative methodologies alongside quantitative analyses to enhance the depth of understanding. This holistic approach would unveil nuanced insights into the lived experiences of female employees within the mining sector, elucidating the multifaceted nature of gender disparities.

Longitudinal analyses tracking changes in the IGG over time and cross-sectional studies considering industry-specific dynamics would offer comprehensive perspectives. Additionally, subgroup analyses dissecting the impact of various independent variables on gender inequalities would inform targeted interventions to promote equity and inclusivity within the mining industry.

In conclusion, this study enriches the discourse on gender inequality within the Latin American mining industry, emphasizing the imperative of addressing the IGG and fostering gender equality. Policy interventions to reduce occupational segregation, promote equal opportunities for career advancement, and combat discrimination are pivotal in bridging the gender gap and fostering an inclusive mining sector.

While the study contributes valuable insights, its generalizability beyond Latin American mining contexts may be limited. Given the sector-specific dynamics observed in this study, caution should be exercised when extrapolating findings to other regions or industries. Nonetheless, the study's findings underscore the ongoing progress toward gender equity within the mining industry and highlight the need for sustained efforts to promote inclusivity and fairness.

References

- Acosta, F. (2007). *Discriminación por Género*. Santiago, Chile: Consejo Asesor Presidencial, Trabajo y Equidad. <http://www.trabajoyequidad.cl/documentos/temp/discriminaciongenero.pdf>.

- Aksoy, C.G., Özcan, B., and Philipp (2021). Robots and the income gender gap in Europe. *European Economic Review*, 134.
- Alon, T. M., Doepke, M., Olmstead-Rumsey, J., and Tertilt, M. (2020). The impact of COVID-19 on gender equality. NBER Working Paper No. 26947.
- Arias, O., Yamada, G., and Tejerina, L. (2004). Education, family background and racial earnings inequality in Brazil. *International Journal of Manpower*, 25 (3/4).
- Astudillo, A., and Peticará, M. (2008) ¿Qué tan alta puede ser la brecha de salarios en Chile? Investigando diferencias salariales entre hombres y mujeres a partir de regresiones de cuantiles. ILADES-Georgetown University Working Papers, Ilades-Georgetown University, School of Economics and Business.
- Atal, J. P., Ñopo, H., and Winder, N. (2010). Gender and Ethnic Wage gaps in Latin America at the turn of the Century. Inter-American Development Bank.
- Badel, A., and Peña, X. (2008). Decomposing the gender wage gap with sample selection adjustment: evidence from Colombia. Universidad de las Andes.
- Barrón, M. (2008). Exclusion and discrimination as sources of inter-ethnic inequality in Peru. IFPRI.
- Bernat, L. F., and Velez-Robayo, J. (2008) Los hombres al trabajo y las mujeres a la casa: ¿es la segregación ocupacional otra explicación razonable de las diferencias salariales por sexo en Cali? Departamento de Economía, Universidad ICESI.
- Birdsall, N., and Fox, M. L. (1985). Why males earn more: Location and training of Brazilian schoolteachers. *Economic Development and Cultural Change*, 33 (3).
- Blinder, A. S. (1973). Wage discrimination: reduced form and structural estimates. *Journal of Human Resources*, 8 (4), 436-455.
- Bravo, B. (2017). Brecha Remuneracional de Género en el Segmento Profesional de la gran Minería Chilena: Un Estudio de Caso. [Tesis para Optar al Grado de Magíster en Gestión y Políticas Públicas]. Universidad de Chile. Repositorio Universidad de Chile chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/file:///C:/Users/100340760/Downloads/Brecha-remuneracional-de-genero-en-el-segmento-profesional-de-la-gran-mineria-chilena%20(1).pdf

- Busse, M., and Spielmann, C. (2006). Gender inequality and trade. *Review of International Economics*, 14 (3), 362–379.
- Cepal (2023). Brechas de Género en las Cadenas Globales de Valor en América y el Caribe. Retrieved from: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/48789/1/S2300140_es.pdf
- Chávez-O’Brien, E. (2003) “Género, Empleo y Pobreza en el Perú: El Mercado Laboral Urbano 1990–2002”. *Inequidades, Pobreza y Mercado de Trabajo: Bolivia y Perú. Proyecto: Género, Pobreza y Empleo en América Latina*, 333-429.
- DANE (s.f). Generalidades. Retrieved from: <https://www.dane.gov.co/index.php/acerca-del-dane/informacion-institucional/generalidades>
- Datamexico (2022). Minería: Salarios y población ocupada. Retrieved from: <https://datamexico.org/es/profile/industry/mining-quarrying-and-oil-and-gas-extraction#:~:text=En%20el%20cuarto%20trimestre%20de%202022%2C%20la%20poblaci%C3%20ocupada%20en,salario%20de%20%2410.3k%20MX>
- Datamexico (2023). Sobre Datamexico. Retrieved from: <https://datamexico.org/es/about>
- Fabrizio, M. S., Gomes, D. B., and Tavares, M. M. M. (2021). Covid-19 she-cession: The employment penalty of taking care of young children. *International Monetary Fund*.
- Fuentes, J., Palma, A., and Montero, R. (2005) Discriminación laboral por género en Chile: una mirada global. *Estudios de Economía*, 32 (2), 133-157.
- Gill, I. A. (1992). Is there sex discrimination in Peru? Evidence from the 1990 Lima living standards survey. *Women’s Employment and Pay in Latin America*, The World Bank.
- Global Gender Gap Report (2022). World Economic Forum, Inside Report, July 2022. Retrieved from: https://www3.weforum.org/docs/WEF_GGGR_2022.pdf
- Goldin, C. (2014). A pollution theory of discrimination: male and female differences in occupations and earnings. In *Human capital in history: The American record*. 313–348. University of Chicago Press.
- Helpman, E., Itskhoki, O., and Redding, S. (2010). Inequality and Unemployment in a Global Economy. *Econometrica* 78 (4), 1239-1283.

- Humphrey, J., Todeva, E., Armando, E., and Giglio, E. (2019). Global Value Chains, Business Networks, Strategy, and International Business: Convergences. *Revista Brasileira de Gestao de Negocios*, 21 (4), 607-627.
- Indesa Panamá. (2023). Nuestra Historia. Retrieved from: <https://www.indesa.com.pa/historia/#:~:text=>
- Infobae (2022). Participación laboral femenina se estanca en la industria minera en el Perú. Retrieved from: <https://www.infobae.com/america/peru/2022/11/20/participacion-laboral-femenina-se-estanca-en-la-industria-minera-en-el-peru/>
- IMCO. Instituto Mexicano para la Competitividad, A.C, (2022). Brecha Salarial de Género, Un comparativo sectorial e internacional. Retrieved from: https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2022/11/Brecha-salarial-de-genero_estudio.pdf
- Kalleberg, A. L., and Berg, I. (1987). *Work and industry: structures, markets, and processes*. Plenum
- Kansake, B. A., Sakyi-Addo, G. B., and Dumakor-Dupey, N. K. (2020). Creating a gender-inclusive mining industry: Uncovering the challenges of female mining stakeholders. *Resources Policy*, 70, 1-20.
- King, M. C. (2009). Occupational segregation by race and sex in Brazil, 1989–2001. *The Review of Black Political Economy*, 36(2), 113–125.
- Lee, M., and Kray, L.J. (2021). A gender gap in managerial span of control: Implications for the gender pay gap. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 167, 1-17.
- Loureiro, P. R., Carneiro, F., and Sachsida, A. (2004). Race and Gender Differentials: An Analysis for the Urban and Rural Sector in Brazil. *Journal of Economic Studies*, 31(2), 129-143.
- Marquez, G., and Prada, M. F. (2007). *Bad jobs, low productivity, and exclusion*” Inter-American Development Bank, Research Department.
- Mayes, R., and Pini, B. (2014). The Australian mining industry and the ideal mining woman: Mobilizing a public business case for gender equality. *Journal of Industrial Relations*, 56(4), 527–546.
- McDonald, P., Pini, B., and Mayes, R. (2012). Mining, work, family, and community: A spatially oriented approach to the impact of the Ravensthorpe nickel mine closure in remote Australia. *Journal of Industrial Relations*. 54(1), 22–40.

- Messina, J., and Silva, J. (2018). Wage inequality in Latin America: Understanding the past to prepare for the future. The World Bank, 1-206.
- Montenegro, C. (2001). Wage distribution in Chile: Does gender matter? A quantile regression approach. Policy Research Report on Gender and Development. Working Paper Series No. 20 The World Bank.
- OECD (2022), Gender wage gap (indicator). Doi 10.1787/7cee77aa-en
- Pagan, J. A. and Sanchez, S.M. (2000). Gender differences in labor market decisions: evidence from rural Mexico. *Economic Development and Cultural Change*, 48 (3), 619–637.
- Portal Minero Chile (2022). Brecha salarial de género, un reflejo de la sociedad. Retrieved from: <https://www.portalminero.com/wp/brecha-salarial-de-genero-un-reflejo-de-la-sociedad/>
- Rosenfeld, R. A., and Kalleberg, A. L. (1990). A cross-national comparison of the gender gap in income. *American Journal of Sociology*, 96 (1), 69-106.
- Secretaria de Minería de Argentina (2021). Radiografía del empleo en la industria minera. Retrieved from: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/dt_4_-_empleo_en_la_industria_minera_2.pdf
- Stotsky, J. (2016). Gender budgeting: fiscal context and current outcomes. IMF Working Paper 16/149.
- Tiefenthaler, J. (1992). Female labor force participation and wage determination in Brazil 1989. *Case Studies of Women's Employment and Pay in Latin America*, World Bank.
- Ugwuanyi, B., and Jones, C. (2016). Explaining the gender wage gap: the role of discrimination and the mining industry. In Sternadori, M and Prentice, C. *Gender and work: exploring intersectionality, resistance, and identity*. 145–166. Cambridge Scholars Publishing.
- Urdinola, A., Diego, F., and Wodon, Q. (2006). The gender wage gap and poverty in Colombia. *Review of Labour Economics and Industrial Relations*, 20 (3), 721-739.
- Valderrey, F.J., Sánchez, A., and Delgadillo, A. (2022). International business diplomacy: mining for good practices in Latin America. *International Journal of Diplomacy and Economy*, 8 (1), 81-96.
- Yeung, W. and Yang, Y. (2020). Labor Market Uncertainties for Youth and Young Adults: An International Perspective. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 688 (1), 7-19

Desarrollo económico sustentable en México.

Se terminó de editar en abril de 2026

en los talleres de Astra Ediciones

Av. Acueducto No. 829

Colonia Santa Margarita, C. P. 45140

Zapopan, Jalisco, México.

33 38 34 82 36

E-mail: edicion@astraeditorial.com.mx

www.astraeditorialshop.com

Obra colectiva, donde los investigadores de diversas universidades públicas y privadas de México contribuyen con su trabajo de investigación y análisis sobre temas de economía sostenible/sustentable aplicados a problemáticas específicas de un país que se encuentra en un proceso de industrialización. Entre los temas abordados destacan el uso de energías renovables, la conciencia ambiental, el turismo, la pesca, la acuicultura sustentable, la economía circular, los objetivos de desarrollo sostenible, el desperdicio de alimentos y la educación ambiental, entre otros.

ISBN: 979-13-88349-01-0



9 791388 134901 0



Consulta y descarga

