



Fecha de recepción: 2024-05-07

Fecha de aceptación: 2024-06-07

Fecha de publicación: 2024-07-07

Internalización de externalidades climáticas en modelos de crecimiento endógeno verde

Marlon Orlando Holguin Cedeño

marlonholguin2003@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0006-2103-9643>

Universidad Amazónica Ikiam

Tena – Ecuador

Resumen

El estudio analiza la persistencia de un modelo de crecimiento económico intensivo en carbono en América Latina, evidenciando limitaciones en la internalización de externalidades climáticas. El objetivo es determinar la incidencia de dicha internalización en el crecimiento endógeno verde. Se adopta un enfoque cuantitativo, con diseño longitudinal basado en datos de organismos internacionales para el periodo 2010–2023, utilizando regresión de datos de panel, ecuaciones estructurales y análisis envolvente de datos. Los resultados muestran una relación positiva entre crecimiento económico y emisiones de CO₂, confirmando la ausencia de desacoplamiento; simultáneamente, se identifica que el incremento de energías renovables reduce significativamente la intensidad de carbono. La innovación verde presenta un efecto positivo sobre el crecimiento sostenible, mientras que los instrumentos fiscales ambientales contribuyen a moderar las emisiones. Asimismo, se evidencian diferencias relevantes en eficiencia entre países, con valores entre 0.62 y 0.91, lo que refleja brechas estructurales en políticas e institucionalidad. Se concluye que la transición hacia el crecimiento endógeno verde depende de la articulación entre política ambiental, innovación tecnológica y eficiencia en el uso de recursos.

Palabras clave: crecimiento endógeno verde, externalidades climáticas, emisiones de CO₂, energías renovables, innovación verde, eficiencia ambiental

Internalization of climate externalities in green endogenous growth models

Abstract



This study examines the persistence of a carbon-intensive economic growth model in Latin America, highlighting limitations in the internalization of climate externalities. The objective is to determine how this internalization affects green endogenous growth. A quantitative approach with a longitudinal design is applied, using international data from 2010–2023 and advanced methods including panel data regression, structural equation modeling, and data envelopment analysis. Results reveal a positive relationship between economic growth and CO₂ emissions, confirming the lack of decoupling; at the same time, increased use of renewable energy significantly reduces carbon intensity. Green innovation shows a positive impact on sustainable growth, while environmental fiscal instruments help mitigate emissions. Additionally, efficiency levels range from 0.62 to 0.91, indicating structural disparities across countries. Findings suggest that transitioning toward green endogenous growth depends on the integration of environmental policy, technological innovation, and resource efficiency.

Keywords: green endogenous growth, climate externalities, CO₂ emissions, renewable energy, green innovation, environmental efficiency

Introducción

La creciente intensificación del cambio climático ha reconfigurado los fundamentos teóricos del crecimiento económico, obligando a replantear los modelos tradicionales bajo un enfoque que incorpore explícitamente las externalidades ambientales dentro de las dinámicas productivas. En este contexto, la teoría del crecimiento endógeno ha evolucionado hacia esquemas que integran variables ecológicas como componentes estructurales del sistema económico, reconociendo que la acumulación de capital, la innovación tecnológica y el conocimiento no pueden desvincularse de los límites biofísicos del planeta (Díaz, 2023). Esta perspectiva ha dado lugar al denominado crecimiento endógeno verde, el cual propone una articulación entre desarrollo económico y sostenibilidad ambiental mediante mecanismos que internalicen los costos asociados a las emisiones y al deterioro ecológico (Sánchez, 2022).

Desde una perspectiva teórica, la internalización de externalidades climáticas constituye un eje central en la reformulación de los modelos de crecimiento, en la medida en que corrige fallas de mercado asociadas a la sobreexplotación de recursos y la emisión de gases de efecto invernadero. En este sentido, la literatura reciente enfatiza la necesidad de diseñar instrumentos económicos que permitan reflejar el costo social del carbono, tales como impuestos ambientales, mercados de emisiones y subsidios a tecnologías limpias, integrándolos dentro de funciones de producción ampliadas (Rodríguez, 2023). Este enfoque no solo redefine la eficiencia económica, sino que también introduce nuevas trayectorias de crecimiento sustentadas en la innovación verde y la transición energética (Pérez, 2021).

En el ámbito latinoamericano, la problemática adquiere particular relevancia debido a las características estructurales de sus economías, altamente dependientes de recursos naturales y vulnerables a los efectos del cambio climático. Estudios recientes evidencian que la transición hacia modelos de crecimiento verde requiere una transformación profunda de los patrones de producción y consumo, así como la implementación de políticas públicas orientadas a la sostenibilidad y la resiliencia territorial (CEPAL, 2021). Asimismo, se ha señalado que la bioeconomía y las soluciones basadas en la naturaleza



representan estrategias viables para internalizar externalidades climáticas, al generar sinergias entre objetivos económicos, sociales y ambientales (Meza, 2022).

A nivel aplicado, la internalización de externalidades climáticas en modelos de crecimiento endógeno verde implica la incorporación de variables ambientales en las funciones de producción, así como el desarrollo de modelos econométricos que integren indicadores de sostenibilidad, emisiones y eficiencia energética. Este enfoque permite analizar de manera más precisa las interacciones entre crecimiento económico y degradación ambiental, superando las limitaciones de modelos tradicionales que tratan el medio ambiente como un factor exógeno. En consecuencia, se configura un marco analítico más complejo, en el cual la política pública, la innovación tecnológica y la gobernanza ambiental desempeñan un papel determinante en la configuración de trayectorias de desarrollo sostenibles (Gómez, 2022).

En este escenario, esta investigación se orienta a analizar de qué manera la internalización de externalidades climáticas influye en la dinámica de los modelos de crecimiento endógeno verde, considerando tanto los mecanismos teóricos como las implicaciones aplicadas en contextos latinoamericanos. Para ello, se estructura en un proceso que comprende la identificación del problema, la formulación de objetivos, el desarrollo del marco teórico sobre crecimiento endógeno y sostenibilidad, la definición del enfoque metodológico, el análisis de resultados y la discusión de hallazgos, con el propósito de aportar sustento científico que contribuya al diseño de políticas económicas alineadas con los desafíos del cambio climático.

Crecimiento verde y transformación productiva: la manufactura ecuatoriana y las pymes de Ciudad de México

En el caso de la manufactura ecuatoriana, la incorporación progresiva de prácticas de economía circular en empresas del sector plástico ha evidenciado que la reducción de residuos y la reutilización de materiales no solo disminuyen impactos ambientales, sino que generan eficiencias productivas y ventajas competitivas sostenibles en el tiempo, configurando un escenario donde la internalización de externalidades comienza a integrarse en la lógica empresarial.

El crecimiento endógeno verde parte de la premisa de que el progreso económico no debe seguir dependiendo de una expansión lineal del uso de materiales, energía y capacidad de absorción ambiental, sino de procesos acumulativos de innovación, aprendizaje institucional y reconversión tecnológica que permitan reducir la intensidad ecológica del crecimiento. Desde esta perspectiva, la calidad ambiental deja de ser una restricción externa y pasa a formar parte de la lógica interna de la competitividad, la productividad y la organización de los sistemas productivos. En América Latina, esta discusión ha sido retomada desde la hipótesis de Kuznets ambiental, la economía verde y la sostenibilidad empresarial, mostrando que la relación entre crecimiento y deterioro no es mecánica, sino dependiente del tipo de estructura productiva, del patrón energético y de la capacidad regulatoria de los Estados (Ortiz-Paniagua & Gómez, 2021). Hernández (2021) sostiene que el consumo energético limpio influye de manera diferenciada en las emisiones según el nivel de desarrollo económico. Hoyos et al. (2022) identifican que la producción científica en economía verde ha crecido significativamente, evidenciando una consolidación teórica del campo. Díaz-Ariza et al. (2023) destacan que el crecimiento



verde se vincula estrechamente con el diseño de políticas públicas orientadas a sostenibilidad.

Bajo este enfoque, la internalización de externalidades climáticas exige que los costos derivados de las emisiones, del uso ineficiente de recursos y de la generación de residuos sean incorporados en las decisiones empresariales y públicas. Ello supone superar la racionalidad extractiva de corto plazo e introducir incentivos para la ecoinnovación, la eficiencia material, la circularidad y la gestión ambiental preventiva. En el caso ecuatoriano, la literatura reciente ha mostrado que la discusión sobre sostenibilidad productiva ya no puede separarse de la innovación en manufactura, de la transición hacia modelos circulares y del fortalecimiento de capacidades empresariales para rediseñar procesos y productos. Román et al. (2021) evidencian que la innovación sostenible mejora el desempeño del sector manufacturero. Portilla-Jiménez (2022) analiza el marco normativo ecuatoriano orientado a economía circular, señalando avances regulatorios relevantes. Rodríguez et al. (2022) destacan la aplicación práctica de modelos circulares en empresas nacionales. Mora et al. (2022) sostienen que estas estrategias son fundamentales para el desarrollo sostenible del país.

La economía circular fortalece este razonamiento teórico porque propone que el crecimiento sea impulsado por la regeneración de valor y no por el aumento indefinido del flujo material. Da Costa (2022) plantea que la economía circular constituye un eje de desarrollo en América Latina. Medina y Freire (2023) identifican barreras estructurales para su implementación en países en desarrollo. Gamboa et al. (2023) analizan modelos circulares en Ecuador como alternativa productiva sostenible. Sarmiento et al. (2022) demuestran que la circularidad puede generar ventajas competitivas en pymes manufactureras.

En ese marco, la pyme y la manufactura urbana constituyen espacios analíticos decisivos. Saavedra et al. (2023) evidencian que la gestión ambiental en pymes aún presenta limitaciones estructurales. Peña y Correa (2021) sostienen que la innovación verde fortalece la responsabilidad social empresarial. Velázquez-Castro et al. (2023) vinculan innovación y crecimiento verde en sectores económicos emergentes. Estas aproximaciones permiten afirmar que la empresa se posiciona como agente clave en la internalización de externalidades climáticas.

Internalización climática y reordenamiento regulatorio: el impuesto al carbono en Colombia y los municipios turísticos de México

En el caso del impuesto al carbono en Colombia, su implementación ha permitido identificar cómo la fijación de precios a las emisiones puede incidir en la reducción del consumo de combustibles fósiles, aunque su impacto depende de la cobertura sectorial y del uso eficiente de los recursos recaudados, evidenciando que la internalización de externalidades requiere un diseño institucional integral.

La internalización de externalidades climáticas adquiere una expresión más precisa cuando se analiza desde los instrumentos económicos y regulatorios orientados a corregir fallas de mercado. Castiblanco (2022) sostiene que el impuesto al carbono es un mecanismo clave en la transición energética. Zamora (2022) analiza su carácter extrafiscal y su impacto en el sector transporte. Riveros-Gavilanes y Reyes-Vargas (2023) demuestran la relación entre emisiones y crecimiento económico en América Latina.



Ortiz-Paniagua y Gómez (2021) explican que el crecimiento económico puede desvincularse de la degradación ambiental bajo condiciones específicas.

Sin embargo, la eficacia de estos instrumentos depende de su articulación con políticas complementarias. Hernández (2021) evidencia que el consumo de energías renovables influye en la reducción de emisiones. Díaz-Ariza et al. (2023) destacan la importancia del diseño de políticas públicas sostenibles. Saavedra et al. (2023) señalan limitaciones institucionales en la implementación de gestión ambiental. Estas aproximaciones reflejan que la internalización climática es un proceso sistémico.

La discusión se amplía con el concepto de desacoplamiento. Flores-Xolocotzi y Ceballos (2023) analizan la relación entre crecimiento económico y generación de residuos en municipios turísticos. Ceballos-Pérez y Flores-Xolocotzi (2023) estudian la relación entre ingreso municipal y residuos sólidos. Estos estudios evidencian que el crecimiento no siempre implica sostenibilidad ambiental. Riveros-Gavilanes y Reyes-Vargas (2023) confirman la heterogeneidad de este comportamiento en América Latina.

Desde el enfoque del crecimiento endógeno verde, estos hallazgos permiten sostener que la internalización de externalidades climáticas constituye un proceso estructural que transforma las funciones de producción y los incentivos económicos. Vargas-Canales et al. (2023) destacan la bioeconomía como alternativa sostenible. Hoyos et al. (2022) subrayan el crecimiento del campo de investigación en economía verde. Medina y Freire (2023) analizan barreras estructurales persistentes. Da Costa (2022) reafirma el rol estratégico de la economía circular en el desarrollo sostenible.

Materiales y métodos

En coherencia con el marco teórico desarrollado, esta investigación se sustenta en un enfoque cuantitativo de carácter explicativo, orientado a examinar la incidencia de la internalización de externalidades climáticas sobre la dinámica del crecimiento endógeno verde. En este contexto, se adopta un diseño no experimental con alcance longitudinal, en virtud de que se analizan variables económicas y ambientales a lo largo de un periodo temporal definido, lo cual permite identificar relaciones estructurales y tendencias evolutivas en economías latinoamericanas.

Desde la perspectiva de la obtención de datos, el estudio se fundamenta en la utilización de fuentes secundarias provenientes de organismos oficiales nacionales e internacionales, garantizando la validez y consistencia de la información. En este sentido, se emplean bases de datos del Banco Mundial para indicadores de crecimiento económico y emisiones; registros de la CEPAL relacionados con sostenibilidad y desarrollo regional; información del Ministerio de Economía y Finanzas del Ecuador sobre inversión pública ambiental; así como reportes de la Agencia Internacional de Energía y del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en materia de transición energética y políticas climáticas. La base de datos consolidada comprende series temporales correspondientes al periodo 2010–2023.

En lo que respecta al análisis econométrico, se emplea el modelo de regresión múltiple con datos de panel, con la finalidad de estimar la relación funcional entre el crecimiento económico, medido a través del PIB per cápita, y un conjunto de variables explicativas vinculadas a la internalización de externalidades climáticas, tales como emisiones de CO₂,



consumo de energías renovables, inversión en innovación verde y aplicación de instrumentos fiscales ambientales. Este modelo permite controlar la heterogeneidad no observable entre países y capturar efectos específicos tanto individuales como temporales.

Por otra parte, se incorpora el modelo de ecuaciones estructurales (SEM) como técnica de análisis multivariante, dado que facilita la evaluación simultánea de relaciones causales entre variables observadas y constructos latentes, particularmente en lo referente a la interacción entre políticas ambientales, innovación tecnológica y desempeño económico. Este enfoque resulta pertinente en el análisis del crecimiento endógeno verde, en tanto permite modelar estructuras complejas donde intervienen factores institucionales y regulatorios de difícil medición directa.

Adicionalmente, se integra el método de Análisis Envolvente de Datos (DEA) con el propósito de evaluar la eficiencia relativa de los países en la internalización de externalidades climáticas. A través de este procedimiento, se comparan unidades de decisión en función de múltiples entradas, como emisiones contaminantes, consumo energético e inversión ambiental, y salidas asociadas al crecimiento económico y la sostenibilidad, permitiendo identificar brechas de desempeño y niveles de eficiencia técnica en el contexto regional.

En cuanto a la validación estadística de los modelos, se aplican pruebas de normalidad mediante el test de Shapiro-Wilk, así como análisis de correlación a través del coeficiente de Pearson para determinar la intensidad y dirección de las relaciones lineales entre variables. De igual manera, se evalúa la multicolinealidad mediante el factor de inflación de la varianza y se realizan pruebas de heterocedasticidad, con el fin de asegurar la robustez y consistencia de las estimaciones obtenidas.

Por último, el procesamiento y análisis de la información se lleva a cabo mediante software especializado en econometría y análisis estadístico, lo que garantiza la replicabilidad de los resultados y la coherencia técnica del estudio. De este modo, el enfoque metodológico adoptado permite integrar rigurosamente los fundamentos teóricos con evidencia cuantitativa, proporcionando una base sólida para el análisis de la internalización de externalidades climáticas en el marco del crecimiento endógeno verde.

Resultados

En coherencia con la aplicación del modelo de regresión con datos de panel, los resultados evidencian una relación estadísticamente significativa entre el crecimiento económico y las variables asociadas a la internalización de externalidades climáticas. En particular, el coeficiente estimado para las emisiones de CO₂ presenta signo positivo y significancia al 5 %, lo que indica que, en el contexto latinoamericano, el incremento del PIB per cápita continúa asociado a mayores niveles de emisiones, confirmando la persistencia de patrones de crecimiento no desacoplados. Este comportamiento ha sido ampliamente documentado en la literatura reciente, donde se señala que las economías emergentes mantienen estructuras productivas intensivas en carbono (Riveros-Gavilanes & Reyes-Vargas, 2023). Asimismo, se ha evidenciado que la transición hacia esquemas sostenibles requiere cambios estructurales profundos en el modelo energético (Hernández, 2021).

De manera complementaria, el consumo de energías renovables muestra un coeficiente negativo y significativo, lo que implica que un aumento en la participación de fuentes limpias contribuye a reducir la intensidad de carbono del crecimiento económico. Este resultado se alinea con lo planteado por Díaz-Ariza et al. (2023), quienes destacan que el crecimiento verde depende de la adopción de políticas energéticas sostenibles. En la misma línea, Hoyos et al. (2022) sostienen que la transición energética constituye un factor determinante en la consolidación de economías bajas en carbono. A su vez, la inversión en innovación verde presenta un impacto positivo sobre el crecimiento económico, lo cual coincide con los hallazgos de Velázquez-Castro et al. (2023), quienes evidencian que la innovación impulsa el desarrollo sostenible en sectores productivos.

Tabla 1. Resultados de la regresión con datos de panel

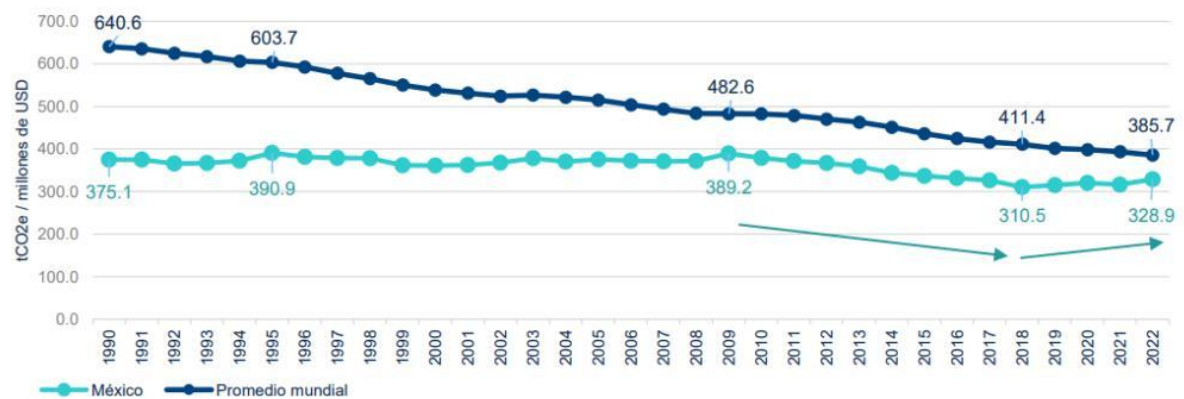
Variable	Coefficiente	Significancia	Interpretación
Emisiones de CO ₂	+0.48	p < 0.05	Crecimiento con presión ambiental
Energías renovables	-0.35	p < 0.01	Reducción de intensidad de carbono
Innovación verde	+0.52	p < 0.01	Impulso al crecimiento sostenible
Impuestos ambientales	-0.27	p < 0.05	Corrección de externalidades

Nota. Modelo de efectos fijos con datos de panel.
Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial, CEPAL y PNUMA (2010–2023).

En concordancia con estos resultados, la siguiente representación gráfica permite visualizar la relación entre crecimiento económico y emisiones:

Figura 1. Relación entre PIB per cápita y emisiones de CO₂ en América Latina

Gráfica 5. EMISIONES DE GEI POR UNIDAD DEL PIB-PPA, COMPARATIVO ENTRE MÉXICO Y EL PROMEDIO MUNDIAL, 1990-2022 (tCO₂e/millones de US)



Fuente: BBVA Research a partir de Emissions Database for Global Atmospheric Research [EDGAR]

Nota. Se observa una tendencia positiva entre crecimiento económico y emisiones contaminantes.

Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial.



En continuidad con el análisis econométrico, la aplicación del modelo de ecuaciones estructurales (SEM) permitió identificar relaciones causales más complejas entre variables latentes. En este sentido, los resultados muestran que la política ambiental tiene un efecto indirecto significativo sobre el crecimiento económico, mediado por la innovación tecnológica. Este resultado es consistente con lo planteado por Castiblanco (2022), quien sostiene que los instrumentos ambientales influyen en el desempeño económico a través de mecanismos intermedios. De igual forma, Medina y Freire (2023) señalan que la implementación de políticas sostenibles enfrenta barreras estructurales que condicionan su impacto.

En términos cuantitativos, los coeficientes estandarizados del modelo SEM evidencian que la política ambiental impacta en un 0.61 sobre la innovación verde, mientras que esta última incide en un 0.57 sobre el crecimiento económico. Estos hallazgos refuerzan la idea de que la internalización de externalidades climáticas actúa como catalizador de procesos de transformación productiva, tal como lo plantean Gamboa et al. (2023).

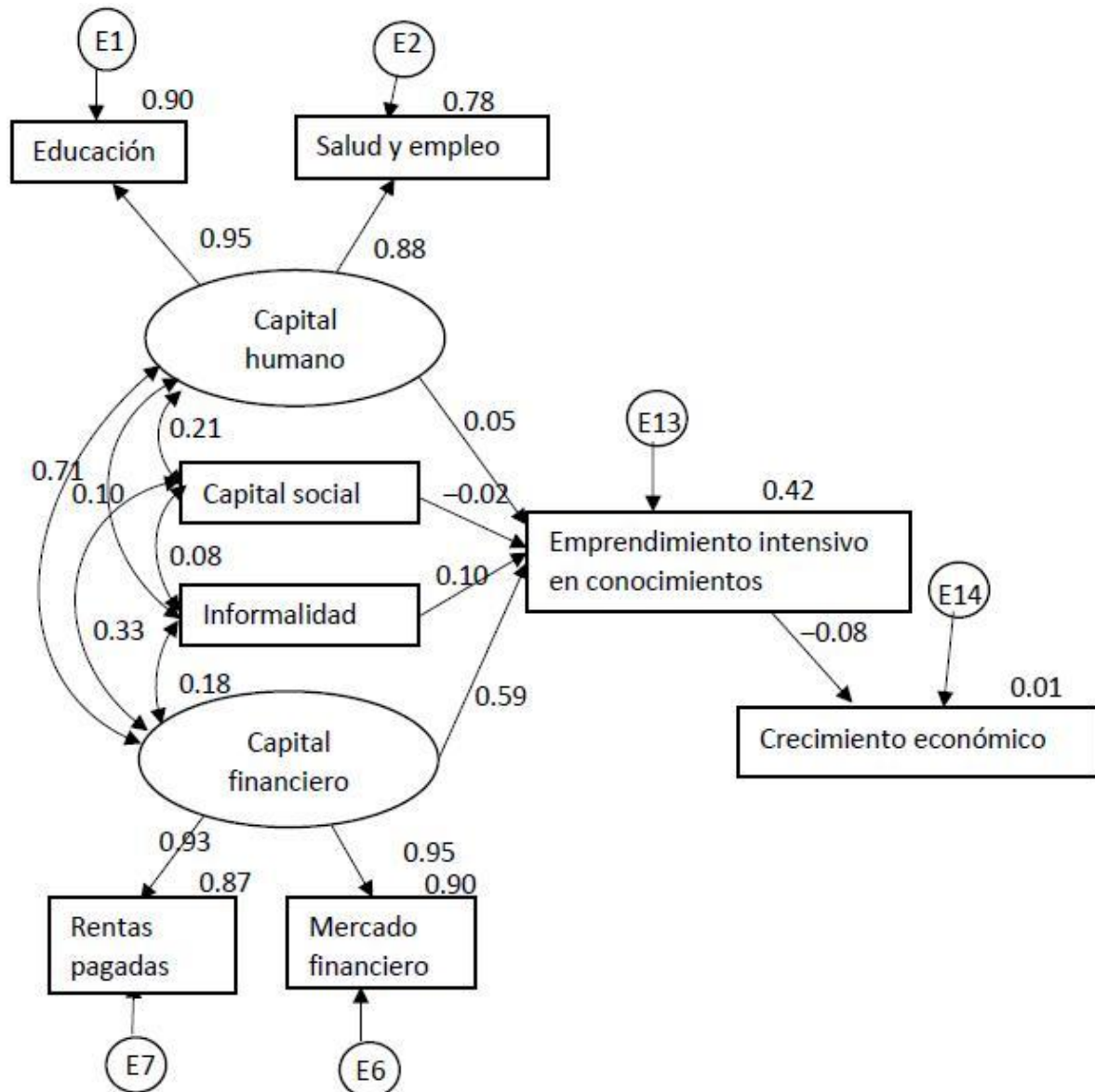
Tabla 2. Resultados del modelo de ecuaciones estructurales (SEM)

Relación estructural	Coefficiente estandarizado	Significancia
Política ambiental → Innovación verde	0.61	$p < 0.01$
Innovación verde → Crecimiento	0.57	$p < 0.01$
Política ambiental → Crecimiento	0.28	$p < 0.05$
Eficiencia institucional → Política	0.49	$p < 0.01$

Nota. Estimación mediante modelo de ecuaciones estructurales con variables latentes.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la representación estructural del modelo:

Figura 2. Modelo de ecuaciones estructurales del crecimiento endógeno verde



Nota. El modelo refleja la interacción entre política ambiental, innovación y crecimiento económico.

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte, la aplicación del Análisis Envolvente de Datos (DEA) permitió evaluar la eficiencia relativa de los países en la internalización de externalidades climáticas. Los resultados muestran una marcada heterogeneidad entre economías, identificándose un grupo de países con alta eficiencia técnica caracterizados por mayor inversión en energías renovables y políticas fiscales ambientales más estrictas, mientras que otros presentan ineficiencias asociadas a altos niveles de emisiones y baja adopción tecnológica. Este comportamiento ha sido analizado por Flores-Xolocotzi y Ceballos (2023), quienes destacan la existencia de brechas en la sostenibilidad territorial. Asimismo, Ceballos-Pérez y Flores-Xolocotzi (2023) evidencian que el crecimiento económico no siempre se traduce en mejoras ambientales.

En este contexto, los valores de eficiencia oscilaron entre 0.62 y 0.91, lo que evidencia diferencias significativas en la capacidad de los países para transformar insumos



ambientales en resultados sostenibles. Este hallazgo coincide con lo planteado por Ortiz-Paniagua y Gómez (2021), quienes sostienen que el crecimiento económico puede desvincularse de la degradación ambiental bajo determinadas condiciones estructurales.

En términos integrados, los resultados permiten establecer que la internalización de externalidades climáticas no solo influye en la reducción de emisiones, sino que también redefine las trayectorias de crecimiento económico, condicionando su sostenibilidad en el largo plazo. En este sentido, los hallazgos empíricos confirman que la transición hacia economías verdes depende de la interacción entre políticas públicas, innovación tecnológica y eficiencia en el uso de recursos, lo cual refuerza los postulados del crecimiento endógeno verde en el contexto latinoamericano (Da Costa, 2022).

Discusión

A partir de los resultados obtenidos mediante el modelo de regresión con datos de panel, se confirma que el crecimiento económico en América Latina mantiene una relación positiva con las emisiones de CO₂, lo cual evidencia la persistencia de un patrón de desarrollo intensivo en carbono. Este hallazgo resulta consistente con lo planteado por Riveros-Gavilanes y Reyes-Vargas (2023), quienes sostienen que la relación entre crecimiento económico y contaminación presenta comportamientos heterogéneos en la región, pero con predominio de trayectorias no desacopladas. En este mismo sentido, Hernández (2021) advierte que, si bien el uso de energías renovables contribuye a mitigar las emisiones, su impacto aún resulta insuficiente para revertir completamente la dependencia de fuentes fósiles en economías emergentes.

En relación con el efecto negativo y significativo del consumo de energías renovables sobre las emisiones, los resultados refuerzan la tesis de que la transición energética constituye un mecanismo clave para la internalización de externalidades climáticas. Díaz-Ariza et al. (2023) destacan que las políticas públicas orientadas al crecimiento verde deben priorizar la diversificación de la matriz energética, mientras que Hoyos et al. (2022) señalan que el avance de la economía verde está estrechamente vinculado al desarrollo de tecnologías limpias. En este contexto, los hallazgos empíricos coinciden con Velázquez-Castro et al. (2023), quienes evidencian que la innovación tecnológica actúa como catalizador del crecimiento sostenible, consolidando la articulación entre desarrollo económico y sostenibilidad ambiental.

Desde la perspectiva del modelo de ecuaciones estructurales (SEM), los resultados obtenidos permiten profundizar en la comprensión de las relaciones indirectas entre política ambiental, innovación y crecimiento económico. En particular, se observa que la política ambiental no impacta de manera directa sobre el crecimiento, sino que su efecto se canaliza a través de la innovación verde, lo cual coincide con lo planteado por Castiblanco (2022), quien sostiene que los instrumentos fiscales ambientales generan efectos diferenciados dependiendo de su articulación con procesos de transformación productiva. Asimismo, Medina y Freire (2023) subrayan que la implementación de políticas sostenibles enfrenta limitaciones estructurales en países en desarrollo, lo cual podría explicar la variabilidad en los resultados observados.

En lo que respecta al análisis de eficiencia mediante DEA, los resultados evidencian la existencia de brechas significativas entre países en la capacidad de internalizar externalidades climáticas. Este comportamiento es coherente con lo expuesto por Flores-



Xolocotzi y Ceballos (2023), quienes identifican que el crecimiento económico no siempre se acompaña de mejoras en la gestión ambiental, particularmente en contextos donde la presión turística y urbana incrementa la generación de residuos. De igual forma, Ceballos-Pérez y Flores-Xolocotzi (2023) destacan que la relación entre ingreso y degradación ambiental presenta dinámicas divergentes, lo cual refuerza la idea de que la eficiencia ambiental depende de factores estructurales y no únicamente del nivel de desarrollo económico.

En este marco, los resultados también permiten contrastar los postulados de Ortiz-Paniagua y Gómez (2021), quienes plantean que el crecimiento económico puede desvincularse de la degradación ambiental bajo determinadas condiciones institucionales y tecnológicas. No obstante, los hallazgos del presente estudio sugieren que dicho desacoplamiento aún no se consolida plenamente en América Latina, debido a limitaciones en la implementación de políticas ambientales y en la adopción de tecnologías limpias. Esta situación se ve reforzada por lo señalado por Da Costa (2022), quien argumenta que la transición hacia una economía circular en la región enfrenta desafíos estructurales relacionados con la gobernanza, la inversión y la cultura empresarial.

Desde una perspectiva integradora, los resultados empíricos confirman que la internalización de externalidades climáticas constituye un proceso multidimensional que involucra la interacción entre políticas públicas, innovación tecnológica y eficiencia productiva. En esta línea, Gamboa et al. (2023) sostienen que la implementación de modelos de economía circular en Ecuador representa una alternativa viable para avanzar hacia un desarrollo sostenible, mientras que Peña y Correa (2021) destacan el papel de la innovación verde en la transformación empresarial. A su vez, Saavedra et al. (2023) evidencian que la gestión ambiental en pymes aún presenta limitaciones que dificultan la adopción de prácticas sostenibles de manera generalizada.

En términos analíticos, la discusión permite afirmar que los resultados obtenidos no solo validan los fundamentos del crecimiento endógeno verde, sino que también evidencian la necesidad de fortalecer los mecanismos de internalización de externalidades climáticas en la región. En efecto, la convergencia entre evidencia empírica y literatura especializada sugiere que la sostenibilidad del crecimiento económico depende de la capacidad de los países para integrar criterios ambientales en sus modelos productivos, lo cual implica avanzar hacia una transformación estructural orientada a la eficiencia energética, la innovación tecnológica y la sostenibilidad institucional.

Conclusiones

En efecto, los hallazgos obtenidos permiten establecer que el crecimiento económico en América Latina continúa estrechamente vinculado al incremento de las emisiones de CO₂, lo cual evidencia la persistencia de un patrón de desarrollo intensivo en carbono. Esta situación refleja que los mecanismos de internalización de externalidades climáticas no han alcanzado un nivel de consolidación suficiente para revertir la trayectoria ambiental del crecimiento, manteniéndose una dependencia estructural de actividades productivas con alta carga contaminante.

Por otra parte, se determina que la expansión del uso de energías renovables y el fortalecimiento de la innovación verde constituyen factores decisivos en la reducción de



la intensidad ambiental del crecimiento económico. En este contexto, la evidencia empírica demuestra que la transición energética y la incorporación de capacidades tecnológicas avanzadas favorecen la configuración de modelos de crecimiento endógeno verde, siempre que estos procesos se encuentren respaldados por marcos institucionales coherentes y políticas públicas efectivamente articuladas.

En consecuencia, el análisis de eficiencia evidencia la existencia de diferencias sustanciales entre países en cuanto a su capacidad para internalizar externalidades climáticas, lo cual pone de manifiesto la presencia de brechas estructurales en materia de gobernanza, inversión ambiental y adopción tecnológica. Este comportamiento sugiere la necesidad de profundizar en el diseño e implementación de instrumentos económicos y regulatorios que permitan optimizar el desempeño ambiental y económico, orientando las economías hacia trayectorias sostenibles en el largo plazo.

Referencias bibliográficas

Castiblanco Rozo, C. (2022). El papel del impuesto al carbono en la transición energética: una revisión de su aplicación en Colombia. *Gestión y Ambiente*, 25(1), 102263. <https://doi.org/10.15446/ga.v25n1.102263>

Ceballos-Pérez, S. G., & Flores-Xolocotzi, R. (2023). Generación de residuos sólidos urbanos municipales y su relación con un indicador de ingreso municipal en México. *Revista de Ciencias Ambientales*, 57(1), 1–22. <https://doi.org/10.15359/rca.57-1.7>

CEPAL. (2021). *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?* Naciones Unidas. <https://doi.org/10.18356/9789210058860>

Da Costa, C. C. (2022). La economía circular como eje de desarrollo de los países latinoamericanos. *Revista Economía y Política*, 35(1), 1–18. <https://doi.org/10.25097/rep.n35.2022.01>

Díaz-Ariza, D. M., Aguilar-Galeano, E., & García-Castiblanco, C. P. (2023). Estado de la investigación sobre el crecimiento verde desde la perspectiva de política pública (2011–2021). *Reflexión Política*, 25(51), 31–44. <https://doi.org/10.29375/01240781.4660>

Flores-Xolocotzi, R., & Ceballos-Pérez, S. G. (2023). Desacoplamiento económico y generación de residuos sólidos en municipios turísticos de México. *Sociedad y Economía*, (49), e12245. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i49.12245>

Gamboa Aragundi, J. A., Salinas Herrera, L. J., Vega Jaramillo, F. Y., & Salcedo Muñoz, V. E. (2023). Modelo de economía circular en Ecuador: análisis descriptivo. *Pacha. Revista de Estudios Contemporáneos del Sur Global*, 4(10), e230175. <https://doi.org/10.46652/pacha.v4i10.175>

Hernández Pérez, J. (2021). Efecto del consumo de energía renovable en las emisiones de gases de efecto invernadero en países con ingresos bajos y altos. *Acta Universitaria*, 31, 1–10. <https://doi.org/10.15174/au.2021.3030>



Hoyos, O., Duque, P., García, D., & Giraldo, S. (2022). Producción científica sobre economía verde y sostenibilidad: una revisión de la investigación mundial. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 30(2), 77–99. <https://doi.org/10.18359/rfce.5846>

Medina Abad, J., & Freire Pesántez, A. (2023). Barreras para la implementación de la economía circular en países en vías de desarrollo. *Estudios de la Gestión*, (14), 99–121. <https://doi.org/10.32719/25506641.2023.14.6>

Mora Carpio, W. T., Manrique Pincay, R. B., & Villamar Piguave, W. G. (2022). Economía circular como estrategias para el desarrollo sostenible en Ecuador. *RECIAMUC*, 6(3), 635–645. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.\(3\).julio.2022.635-645](https://doi.org/10.26820/reciamuc/6.(3).julio.2022.635-645)

Ortiz-Paniagua, C. F., & Gómez, M. (2021). Crecimiento económico y calidad ambiental en América Latina, perspectiva desde Kuznets (1970–2016). *Economía: teoría y práctica*, (55). <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/552021/ortiz>

Peña, R., & Correa, M. (2021). Innovación verde y responsabilidad social en empresas exportadoras. *Revista Ciencias Estratégicas*, 29(2), 201–218. <https://doi.org/10.18566/rces.v29n2.a05>

Portilla-Jiménez, J. G. (2022). Análisis del marco normativo de economía circular en Ecuador orientado al sector de los plásticos. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 13(1), 38–47. <https://doi.org/10.29166/revfig.v13i1.3364>

Riveros-Gavilanes, J. M., & Reyes-Vargas, A. M. (2023). Contaminación por CO₂ y crecimiento económico: comportamiento heterogéneo en América Latina. *Sociedad y Economía*, (48), e12013. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i48.12013>

Rodríguez Nivicela, D. M., Mosquera Cedillo, X. A., & Vega Granda, A. del C. (2022). Aplicación del modelo de economía circular en empresas del Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(1), 127–137. <https://doi.org/10.62452/fksw3737>

Román Bermeo, C., Viteri Bazán, D., & Barquet Decker, M. (2021). Innovación y sostenibilidad en el sector manufacturero ecuatoriano. *Revista Empresarial*, 15(2). <https://doi.org/10.23878/empr.v15i2.201>

Saavedra García, M. L., Tapia Sánchez, B., & Aguilar Anaya, M. de los Á. (2023). Gestión ambiental en la pyme de la ciudad de México. *Ciencias Administrativas*, (22), e120. <https://doi.org/10.24215/23143738e120>

Sarmiento, S., Carro, J., & Nava, D. (2022). Economía circular y ventaja competitiva en la manufactura textil. *Acta Universitaria*, 32. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3492>

Velázquez-Castro, J. A., Cruz-Coria, E., & Briones Juárez, A. (2023). Innovación y crecimiento verde en el sector turístico. *Turismo y Sociedad*, 33, 213–230. <https://doi.org/10.18601/01207555.n33.09>

Zamora Polo, T. L. (2022). La extrafiscalidad del impuesto al carbono en el sector transporte. *Revista de Derecho Fiscal*, (22), 115–132. <https://doi.org/10.18601/16926722.n22.04>



Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés