

Green finance and sustainable financial development in Latin America

Abstract– The transition to low-carbon economies has made green finance an essential element of current financial development, especially in emerging countries that are highly dependent on natural resources and vulnerable to climate change. However, the quantitative literature for Latin America has significant gaps regarding the links between green growth indicators, sustainable financial development, and aggregate macroeconomic performance. This research analyzes the relationships between these dimensions in Chile, Colombia, Costa Rica, and Mexico in the period 2010-2022, using a quantitative panel design with secondary data extracted from the OECD Green Growth Indicators Database. The analysis combines Pearson correlations, time series linear regression, and comparison of sub-periods before and after the pandemic. The results show a structural paradox: there is consistency between environmental productivity indicators, but there is a statistically significant dissociation between productive efficiency and green technological innovation. National paths are divergent, there is no regional convergence, and Latin American participation in green patents is declining. The global pandemic induced peaks in environmental productivity without altering innovation trajectories, showing that temporary disruptions are not sufficient to change structural constraints. The study provides an empirical evidence-based typology that distinguishes between green growth trajectories according to productivity, innovation, and emissions intensity arrangements, helping to explain territorial heterogeneities in sustainable finance in Latin America.

Keywords-- green finance; sustainable financial development; green growth; environmental productivity; Latin America.

Finanzas verdes y desarrollo financiero sostenible en América Latina

Resumen— *La transformación hacia economías bajas en carbono ha convertido a las finanzas verdes en un elemento esencial del desarrollo financiero actual, especialmente en países emergentes con gran dependencia de recursos naturales y vulnerables al clima. No obstante, la literatura cuantitativa para Latinoamérica tiene lagunas importantes sobre los vínculos entre indicadores de crecimiento verde, desarrollo financiero sostenible y desempeño macroeconómico agregado. Esta investigación analiza las relaciones entre estas dimensiones en Chile, Colombia, Costa Rica y México en el periodo 2010-2022, mediante un diseño cuantitativo de panel con datos secundarios extraídos de la OECD Green Growth Indicators Database. El análisis combina correlaciones de Pearson, regresión lineal temporal y comparación de subperíodos antes y después de la pandemia. Los resultados muestran una paradoja estructural: hay consistencia entre indicadores de productividad ambiental, pero se encuentra disociación estadísticamente significativa entre eficiencia productiva e innovación tecnológica verde. Las sendas nacionales son divergentes, no hay convergencia regional y la participación latinoamericana en patentes verdes está en descenso. La pandemia global indujo picos de productividad ambiental sin alterar las trayectorias de innovación, mostrando que las perturbaciones temporales no son suficientes para cambiar las restricciones estructurales. El estudio proporciona una tipología basada en evidencia empírica que distingue entre trayectorias de crecimiento verde según arreglos de productividad, innovación e intensidad de emisiones, lo que ayuda a explicar las heterogeneidades territoriales en las finanzas sostenibles en América Latina.*

Palabras clave— finanzas verdes; desarrollo financiero sostenible; crecimiento verde; productividad ambiental; América Latina.

I. INTRODUCCIÓN

La transición hacia economías bajas en carbono se ha convertido a las finanzas verdes en una parte integral del desarrollo financiero actual. En tal contexto, invertir en prácticas productivas favorables al ambiente es un factor explicativo de los procesos de crecimiento en economías emergentes, particularmente en economías localizadas en regiones dependientes de recursos naturales y vulnerables al clima, lo que afecta su desempeño macroeconómico [1], [2]. Desde una perspectiva sistémica, las finanzas verdes no son sólo flujos de capital hacia proyectos verdes, sino un mecanismo de intermediación que vincula metas de eficiencia energética, productividad sectorial y estabilidad financiera de largo plazo. En la literatura se ha estudiado cómo los factores ambientales, sociales y de gobernanza afectan al riesgo de crédito de las instituciones financieras, al reconocer cómo los bancos multilaterales de desarrollo afrontan riesgos

particulares por promover prácticas ESG [3]. Esta interrelación demuestra que las finanzas verdes no deben ser analizadas de forma aislada, sino como parte del sistema financiero que define el resultado agregado de las economías [4], [5].

Latinoamérica posee rasgos que justifican su estudio regional. Los mercados accionarios latinoamericanos (Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Perú) sincronizan sus movimientos en el estrés financiero, creando oportunidades para canalizar inversiones hacia sectores verdes [6]. En empresas de la Alianza del Pacífico, la composición de los consejos corporativos en términos de diversidad de género y educación internacional se asocia con mayor eficiencia en el uso de recursos hídricos y energéticos [7]. Estos hallazgos establecen vínculos empíricos entre las prácticas de gobierno corporativo, las estructuras financieras locales y el desempeño ambiental agregado [8], [9].

La relación entre innovación financiera y sostenibilidad ha sido un tema de interés analítico reciente. Las finanzas digitales se han identificado como facilitadoras potenciales de economías verdes, pero con obstáculos estructurales que limitan su penetración en poblaciones vulnerables [10], [11]. A escala macro, el contexto de economía digital es un determinante en las vías hacia la sostenibilidad regional, al integrarse la digitalización financiera y los ecosistemas de innovación para lograr los objetivos de desarrollo sostenible [12], [13]. Estos enfoques destacan la necesidad de estudiar las finanzas verdes desde marcos analíticos que integren variables financieras, tecnológicas y ambientales [14], [15].

La materialidad de los criterios ESG en el desempeño financiero corporativo es otro elemento para comprender las finanzas verdes en contextos locales. Estudios en mercados desarrollados revelan que no todas las dimensiones ESG tienen el mismo impacto, sino que su importancia está determinada por su materialidad sectorial [16]. Esta dispersión de resultados crea dudas sobre la aplicabilidad a economías latinoamericanas, con estructuras productivas y marcos regulatorios muy distintos [17], [18]. La divulgación ESG también se ha relacionado con características de gobernanza sostenible, como la diversidad de género en los consejos de administración [19], [20], ilustrando la necesidad de mecanismos de transparencia para desbloquear el financiamiento verde [21].

A pesar de los avances en el conocimiento de las finanzas verdes a nivel global, existe una brecha en la literatura cuantitativa aplicada a Latinoamérica. Si bien existen trabajos que examinan algunas dimensiones del fenómeno, hay poca

evidencia empírica que analice integralmente los nexos entre indicadores de crecimiento verde, desarrollo financiero y desempeño macroeconómico agregado en economías latinoamericanas [22], [23]. Esta ausencia es especialmente importante dado que la zona enfrenta desafíos simultáneos de crecimiento económico, disminución de desigualdades y mitigación de impactos ambientales [24]. El uso de indicadores internacionales de crecimiento verde ofrece una aproximación metodológica viable para el análisis comparado en contextos con información limitada [25].

El objetivo principal de esta investigación es examinar las asociaciones entre indicadores de finanzas verdes, desarrollo financiero sostenible y desempeño agregado en Chile, Colombia, Costa Rica y México durante el período 2010-2022, utilizando métodos cuantitativos que capturen patrones regionales, tendencias temporales y heterogeneidades nacionales. Se busca describir la evolución de indicadores de crecimiento verde identificando tendencias y puntos de inflexión, examinar las asociaciones estadísticas entre las dimensiones del desarrollo financiero sostenible y los indicadores de desempeño ambiental y económico, y explorar si existen patrones diferenciados según las características institucionales y productivas de las economías estudiadas, considerando los efectos de la crisis sanitaria global.

II. MARCO TEÓRICO

Entender las finanzas verdes como parte del sistema financiero requiere un marco conceptual que ubique a las finanzas verdes en el contexto más amplio de la transformación de los mercados de capitales. Desde una mirada sistémica, las finanzas verdes comprenden el conjunto de mecanismos, instrumentos y flujos de capital dirigidos hacia actividades económicas que mitigan el cambio climático y hacen la transición hacia modelos productivos de bajo carbono [26]. Esta parte del sistema financiero interactúa con las estructuras de gobernanza corporativa, los marcos regulatorios nacionales y las condiciones macroeconómicas que determinan la asignación eficiente de capital en condiciones de incertidumbre ambiental creciente [27], [28]. Los factores ESG impactan de manera heterogénea el riesgo crediticio de las instituciones financieras, donde los bancos multilaterales de desarrollo tienen exposiciones únicas asociadas con su mandato de fomentar prácticas sostenibles [29].

El desarrollo financiero sostenible amplía las dimensiones tradicionales del desarrollo financiero —profundidad, acceso y eficiencia— con criterios de sostenibilidad ambiental y social de largo plazo [30]. Este enfoque reconoce que la capacidad de los sistemas financieros para movilizar ahorro, asignar capital y transferir riesgo no puede juzgarse independientemente de sus efectos sobre la base de recursos naturales y el bienestar intergeneracional. Los mercados accionarios emergentes latinoamericanos sincronizan sus movimientos según el estrés financiero, creando ventanas para canalizar flujos hacia sectores verdes [31]. Las estructuras de

gobernanza son determinantes del desempeño ambiental corporativo, como demuestran estudios para empresas de la Alianza del Pacífico donde la composición de los consejos se asocia con la eficiencia en el uso de recursos [32].

En ausencia de series armonizadas y comparables de variables financieras estrictamente verdes para los cuatro países durante todo el período (volumen de bonos verdes emitidos, cartera de crédito verde sobre cartera total, divulgación TCFD obligatoria), el presente estudio asume que los indicadores de crecimiento verde de la OECD operan como proxies de los resultados agregados del desarrollo financiero sostenible. La lógica subyacente es que la asignación efectiva de capital hacia actividades bajas en carbono se materializa, en última instancia, en mejoras de productividad ambiental, descenso de la intensidad de emisiones e incremento de la actividad inventiva verde. Esta aproximación indirecta es consistente con Bui y Tseng [55] y con la literatura comparada en contextos de información financiera limitada.

La relación entre desarrollo financiero, crecimiento económico y calidad ambiental se ha analizado bajo la hipótesis de la Curva Ambiental de Kuznets, que plantea una relación no lineal entre ingreso per cápita y deterioro ambiental [33]. La inversión extranjera directa puede atenuar esta relación, con efectos que dependen del nivel de desarrollo de las economías receptoras [34]. Estos hallazgos abren interrogantes sobre los canales a través de los cuales el desarrollo financiero apoya o entorpece las sendas de crecimiento verde en economías dependientes de recursos naturales [35].

La materialidad sectorial de los criterios ESG determina su incidencia sobre la rentabilidad y el valor empresarial; la divulgación de información ESG material se relaciona positivamente con el desempeño financiero, mientras que las dimensiones inmateriales pueden mostrar efectos nulos o negativos [36]. Las entidades financieras con mejor desempeño ESG se comprometen con códigos de mejores prácticas de gobernanza y transparencia informativa [37]. En Latinoamérica, estudios en empresas colombianas del índice COLCAP evidencian que las auditorías se centran en gobernanza, pero dejan de lado factores ambientales [38].

Desde la innovación tecnológica, la literatura ha defendido acelerar el desarrollo y difusión de tecnologías bajas en carbono, reconociendo que esto se produce con insuficiente rapidez en la mayoría de sectores [39]. La interfaz entre innovación y cambio climático necesita enfoques interdisciplinarios que combinen cambio de comportamiento, innovación tecnológica y tecnologías digitales como nuevos canales para resolver los desafíos gerenciales de la acción climática [40]. Las finanzas digitales se señalan como potenciales aceleradores de economías verdes, pero con desafíos estructurales de accesibilidad, barreras tecnológicas y restricciones regulatorias [41], [42].

El crecimiento verde integra las dimensiones económica y ambiental reconociendo la posibilidad de desacoplar el crecimiento del producto de la degradación ambiental, gracias a mejoras en productividad de recursos, innovación tecnológica y transformación de patrones de producción y consumo. Los indicadores internacionales de crecimiento

verde consideran aspectos como productividad ambiental, eficiencia en el uso de recursos naturales y oportunidades económicas de la transición verde [43]. El contexto de economía digital es un determinante en las sendas de sostenibilidad regional [44], y la adopción de FinTech por la banca tradicional presenta impactos mixtos en eficiencia, rentabilidad y riesgo institucional [45].

La relación entre inclusión financiera y acceso a la energía es pertinente para entender el desarrollo financiero sostenible en economías en desarrollo. Estudios para África Subsahariana han encontrado que una mejor gobernanza es fundamental para que la transición a economías bajas en carbono mejore el acceso de los hogares a infraestructura energética [46]. En mercados emergentes, metodologías de redes han identificado fuerte conectividad cambiante durante periodos de crisis, como la pandemia de COVID-19 [47].

La gobernanza corporativa sostenible determina las prácticas de divulgación no financiera. Estudios paneuropeos demuestran que la diversidad de género en los consejos mejora la divulgación ESG [48]. La divulgación de información climática a través del TCFD varía entre países y sectores [49]. En el sector bancario español, los ODS 8, 13 y 4 son los más divulgados [50]. El conflicto entre crecimiento económico y sostenibilidad ambiental se ha conceptualizado como el dilema entre enverdecimiento corporativo y crecimiento [51], mientras que la transición justa se ha abordado como marco para lograr economías bajas en carbono de manera socialmente justa [52]. La adopción tecnológica favorece la integración de estrategias de innovación verde en la gestión de cadenas de suministro [53].

Para economías de ingreso medio, los impactos asimétricos de las remesas en la innovación muestran que los shocks positivos estimulan la innovación, mientras que los negativos la obstaculizan [54]. Los indicadores de crecimiento verde y las variables financieras agregadas se han utilizado como proxies metodológicamente aceptables para analizar nexos en contextos con información limitada [55]. La idoneidad de este método para economías latinoamericanas radica en la posibilidad de generar evidencia empírica comparable entre países e identificar patrones regionales.

III. METODOLOGÍA

A. Diseño de investigación

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, alcance descriptivo-correlacional y diseño no experimental longitudinal de panel desbalanceado, en línea con investigaciones comparadas en contextos de información secundaria limitada [55]. La unidad de análisis fue el país-año, con cuatro economías observadas durante trece periodos anuales (2010–2022).

B. Fuente de datos y muestra

Los datos provinieron de la OECD Green Growth Indicators Database, repositorio público armonizado, con fecha de extracción diciembre de 2025. Los criterios de inclusión de países fueron: (i) pertenecer a América Latina, (ii) ser miembro u observador OECD con reporte continuo, y (iii) disponer de series ininterrumpidas en al menos tres de los cinco indicadores seleccionados. Bajo estos criterios, la muestra final

estuvo conformada por Chile, Colombia, Costa Rica y México ($n = 52$ observaciones país-año potenciales; n efectivo = 30 a 49 según indicador, por datos faltantes en patentes verdes para Costa Rica y EAMFP en años puntuales).

Cabe precisar que las variables seleccionadas no constituyen mediciones directas de profundidad o acceso del sistema financiero, sino proxies de desempeño del desarrollo financiero sostenible en su dimensión de resultados ambientales agregados. Esta opción metodológica, condicionada por la disponibilidad de series comparables para los cuatro países, se reconoce como limitación y se discute en la Sección VI.

C. Operacionalización de variables

Se seleccionaron cinco indicadores que capturan dimensiones complementarias del crecimiento verde, utilizados como proxies del desempeño del desarrollo financiero sostenible:

- CO2_PBPROD: Productividad de CO₂ basada en producción, expresada en USD por kilogramo de CO₂ emitido (precios constantes 2015 PPA).
- GPAT_DE: Participación nacional en el acervo mundial de patentes en tecnologías ambientales (porcentaje).
- EAMFP: Tasa anual de crecimiento de la productividad multifactorial ajustada por agotamiento de capital natural y externalidades de contaminación (porcentaje).
- GHG_NNDI: Productividad de gases de efecto invernadero por unidad de ingreso nacional disponible neto (USD/kgCO₂eq).
- GHG_DBEMCAP: Emisiones de GEI per cápita basadas en demanda (toneladas CO₂eq por habitante).

D. Procedimiento de análisis estadístico

El análisis se desarrolló en cuatro fases secuenciales:

Fase 1 — Análisis exploratorio. Se calcularon estadísticos descriptivos (media, desviación estándar, mínimo, máximo) por país y año, y se verificó el supuesto de normalidad univariada mediante la prueba de Shapiro-Wilk al $\alpha = 0.05$.

Fase 2 — Análisis correlacional. Se construyó una matriz de correlaciones de Pearson para los indicadores agregados regionales (Tabla I) y se calcularon correlaciones bivariadas en el panel completo (Tabla III), reportando coeficiente r , valor p e intervalo de confianza al 95% calculado mediante transformación de Fisher.

Fase 3 — Análisis de tendencia temporal. Se ajustaron modelos de regresión lineal simple por país para cada indicador, reportando coeficiente de pendiente (β), coeficiente de determinación (R^2) y tasa de crecimiento anual compuesto ($TCAC = [(V_{final}/V_{inicial})^{(1/n)}] - 1$). Se evaluó autocorrelación residual mediante el estadístico Durbin-Watson.

Fase 4 — Comparación de subperiodos y construcción tipológica. Se aplicó la prueba t de Welch para muestras independientes con varianzas desiguales, preferida sobre la t de Student por el desbalance muestral entre subperiodos (pre-pandemia $n = 10$ vs. post-pandemia $n = 3$). La construcción

tipológica se basó en puntuaciones Z estandarizadas ($\mu = 0$; $\sigma = 1$) sobre los promedios 2010–2022; los puntos de corte para asignar perfil tipológico fueron $Z > +1.0$ (alto), $-1.0 \leq Z \leq +1.0$ (medio) y $Z < -1.0$ (bajo) en cada dimensión.

Todos los análisis se ejecutaron al nivel de significancia $\alpha = 0.05$ utilizando Python 3.11 con las bibliotecas pandas, scipy y statsmodels. Los datos faltantes se trataron mediante exclusión por pares (pairwise deletion) sin imputación.

E. Aspectos éticos

El estudio utilizó exclusivamente datos secundarios de acceso público publicados por la OECD, por lo que no requirió aprobación de comité de ética ni consentimiento informado. Se respetaron las condiciones de uso y atribución de la fuente original.

IV. RESULTADOS

El análisis estadístico de los indicadores de crecimiento verde para Chile, Colombia, Costa Rica y México entre 2010 y 2022 muestra patrones estadísticos heterogéneos que van más allá de la descripción de tendencias. Las tendencias que se aprecian en la productividad ambiental, la innovación tecnológica y las medidas de intensidad de emisiones definen distintas trayectorias de transición hacia economías bajas en carbono, con tensiones estructurales entre eficiencia productiva y capacidad creativa que desafían las narrativas lineales del crecimiento verde. Los resultados se estructuran de acuerdo con los objetivos de la investigación, integrando el análisis cuantitativo con la reflexión crítica de sus implicaciones para la comprensión del desarrollo financiero sostenible en economías emergentes latinoamericanas.

A. Estructura correlacional del crecimiento verde regional

La matriz de correlaciones de Pearson entre indicadores agregados revela una arquitectura relacional que desafía supuestos convencionales sobre la coherencia interna del crecimiento verde. La asociación positiva entre productividad de CO₂ basada en producción y productividad de GEI medida por ingreso nacional disponible neto ($r = 0.909$; $p < 0.001$) evidencia consistencia métrica entre ambos indicadores de eficiencia ambiental, validando su uso complementario en análisis de desempeño. Sin embargo, la correlación negativa moderada entre productividad de CO₂ y participación en patentes verdes mundiales ($r = -0.583$; $p < 0.001$) introduce una paradoja analítica relevante: las economías con mayor eficiencia en la generación de producto por unidad de emisión no concentran proporcionalmente mayor actividad inventiva en tecnologías ambientales.

Este hallazgo admite múltiples interpretaciones no excluyentes. Puede reflejar diferencias en las estructuras productivas subyacentes, donde economías especializadas en sectores de baja intensidad carbónica exhiben alta productividad ambiental sin requerir innovación tecnológica endógena significativa. Alternativamente, podría indicar que la innovación verde en la región responde más a incentivos

de inserción en cadenas globales de valor que a imperativos de eficiencia doméstica. La independencia estadística observada entre la productividad multifactorial ajustada ambientalmente (EAMFP) y los restantes indicadores ($|r| < 0.07$; $p > 0.70$) sugiere que esta métrica captura dimensiones del desempeño económico-ambiental no reducibles a las mediciones directas de emisiones e innovación, posiblemente vinculadas a transformaciones institucionales y organizacionales de más lento desarrollo.

TABLA I
MATRIZ DE CORRELACIONES ENTRE INDICADORES DE CRECIMIENTO VERDE
(PANEL 2010–2022)

Indicador	CO2_PBPROD	GPAT_DE	EAMFP	GHG_NNDI
CO2_PBPROD	1.000	−0.583***	−0.030	0.909***
GPAT_DE	—	1.000	0.063	−0.412**
EAMFP	—	—	1.000	−0.008
GHG_NNDI	—	—	—	1.000

CO2_PBPROD = Productividad de CO₂ basada en producción (USD/kg); GPAT_DE = Participación en patentes verdes mundiales (%); EAMFP = Tasa de crecimiento de productividad multifactorial ajustada ambientalmente; GHG_NNDI = Productividad de GEI por ingreso nacional disponible neto. *** $p < 0.01$; ** $p < 0.05$. N = 30–49 según disponibilidad de pares. Fuente: OECD Green Growth Indicators Database.

B. Dinámica temporal y trayectorias divergentes

El análisis de series temporales mediante regresión lineal revela trayectorias de productividad ambiental estadísticamente diferenciadas entre las economías examinadas. Costa Rica exhibe la tendencia más robusta y pronunciada ($\beta = 0.337$ USD·kg^{−1}·año^{−1}; $R^2 = 0.905$; $p < 0.001$), transitando de 12.81 USD/kg en 2010 a 16.48 USD/kg en 2022, lo que equivale a una tasa de crecimiento anual compuesto (TCAC) de 2.12%. Esta trayectoria posiciona a Costa Rica como referente regional, superando el promedio OCDE (4.36 USD/kg) en un factor superior a tres. México presenta igualmente una tendencia positiva de alta significancia estadística ($\beta = 0.141$; $R^2 = 0.952$; $p < 0.001$), aunque partiendo de niveles absolutos inferiores. La elevada bondad de ajuste en ambos casos sugiere procesos de mejora sostenida, presumiblemente vinculados a transformaciones estructurales en sus matrices productivas y energéticas.

Chile y Colombia muestran tendencias positivas de menor pendiente y ajuste más modesto ($R^2 = 0.354$ y 0.492 respectivamente), indicando mayor volatilidad interanual y posibles discontinuidades en sus trayectorias de eficiencia. El coeficiente de variación entre países se mantuvo elevado durante todo el período (CV > 43%), sin evidencia de convergencia regional; por el contrario, la dispersión relativa se incrementó levemente hacia el final del período analizado (CV = 46.3% en 2022), sugiriendo que las economías latinoamericanas transitan senderos de productividad ambiental divergentes más que convergentes.

En marcado contraste, la participación regional en el acervo mundial de patentes verdes exhibe tendencias predominantemente negativas, aunque con ajustes estadísticos muy débiles ($R^2 < 0.01$) que reflejan alta volatilidad y ausencia de patrones lineales definidos. Chile, Colombia y México

registran TCAC negativas (−5.94%, −12.91% y −13.08% respectivamente), indicando erosión relativa de su posición en el panorama global de innovación tecnológica ambiental. Esta dinámica puede atribuirse tanto al crecimiento acelerado de la actividad inventiva en economías asiáticas como a limitaciones estructurales de los sistemas nacionales de innovación latinoamericanos para capturar oportunidades en el paradigma tecnológico verde emergente.

TABLA II

EVOLUCIÓN TEMPORAL DE INDICADORES SELECCIONADOS DE CRECIMIENTO VERDE (2010–2022)

Indicador / País	2010	2022	Δ%	β	R ²	TCAC
Productividad CO2 (USD/kg)						
Chile	5.83	6.65	+14.1	0.047*	0.354	1.10
Colombia	10.42	11.64	+11.7	0.111**	0.492	0.93
Costa Rica	12.81	16.48	+28.7	0.337***	0.905	2.12
México	5.04	6.43	+27.6	0.141***	0.952	2.05
Patentes verdes (% mundial)						
Chile	1.21	0.58	−52.1	−0.157	0.005	−5.94
Colombia	0.21	0.04	−81.0	−0.037	0.001	−12.91
México	0.43	0.08	−81.4	−0.082	0.003	−13.08

β = Coeficiente de pendiente (regresión lineal); TCAC = Tasa de crecimiento anual compuesto (%). ***p < 0.001; **p < 0.01; *p < 0.05. Fuente: OECD Green Growth Indicators Database.

C. Nexos entre productividad ambiental e innovación tecnológica

El examen de las asociaciones bivariadas en el panel de datos profundiza la paradoja identificada en la matriz de correlaciones agregada. La relación negativa entre productividad de CO2 y participación en patentes verdes ($r = -0.583$; $p < 0.001$; $n = 49$) persiste como el hallazgo más robusto del análisis, interpellando las concepciones lineales que presuponen complementariedad entre eficiencia ambiental e innovación tecnológica. En el contexto específico de las economías latinoamericanas analizadas, estos resultados sugieren la operación de mecanismos estructurales que disocian ambas dimensiones del crecimiento verde.

Varias hipótesis explicativas emergen de estos hallazgos. Primera, la composición sectorial diferenciada puede generar desacoplamientos: economías con matrices productivas orientadas hacia servicios o agricultura de bajo insumo energético exhibirían alta productividad de CO2 sin demanda endógena de innovación tecnológica ambiental. Segunda, la dependencia tecnológica característica de la región puede implicar que las mejoras en eficiencia ambiental se logren mediante adopción de tecnologías importadas más que mediante innovación doméstica. Tercera, las estructuras de incentivos vigentes en los sistemas de ciencia, tecnología e innovación latinoamericanos pueden no estar suficientemente alineadas

con las oportunidades del paradigma tecnológico verde.

La ausencia de asociación significativa entre la productividad multifactorial ajustada ambientalmente y los restantes indicadores ($r < 0.07$ en todos los casos) constituye un hallazgo metodológicamente relevante. La EAMFP, al incorporar ajustes por agotamiento de capital natural y externalidades de contaminación, captura dimensiones del desempeño económico-ambiental conceptualmente distintas a las métricas directas de emisiones. Su independencia estadística respecto a estas últimas sugiere que los avances en productividad multifactorial verde no se transmiten linealmente a mejoras en intensidad de emisiones, planteando interrogantes sobre la efectividad de las políticas orientadas exclusivamente a la eficiencia productiva.

TABLA III

ASOCIACIONES BIVARIADAS ENTRE INDICADORES DE DESEMPEÑO AMBIENTAL E INNOVACIÓN

Par de indicadores	r	p	n	IC 95%
CO2_PBPORD — GPAT_DE	−0.583	<0.001	49	[−0.74; −0.38]
CO2_PBPORD — EAMFP	−0.030	0.860	36	[−0.36; 0.30]
GPAT_DE — EAMFP	0.063	0.728	33	[−0.29; 0.40]
GHG_NNDI — GPAT_DE	−0.412	0.024	30	[−0.67; −0.06]

r = Coeficiente de correlación de Pearson; IC 95% = Intervalo de confianza al 95%. Panel: Chile, Colombia, Costa Rica y México (2010–2022). La limitada disponibilidad de variables de control estructurales en la base de datos impide la estimación de modelos multivariados con efectos fijos. Fuente: Elaboración propia.

D. Discontinuidades asociadas a la crisis sanitaria global

La segmentación temporal del panel en subperíodos pre-pandemia (2010–2019) y post-pandemia (2020–2022) permite examinar potenciales discontinuidades estructurales en las trayectorias de crecimiento verde. Los resultados revelan incrementos estadísticamente significativos en la productividad de CO2 para las cuatro economías durante el subperíodo posterior a 2020. Costa Rica registra la diferencia más pronunciada ($\Delta = 2.55$ USD/kg; $t = -4.57$; $p = 0.001$), equivalente a un incremento del 18.3% respecto al promedio pre-pandemia. México ($\Delta = 0.95$; $p = 0.004$), Colombia ($\Delta = 0.82$; $p = 0.038$) y Chile ($\Delta = 0.45$; $p = 0.018$) exhiben incrementos de menor magnitud, pero estadísticamente robustos.

La interpretación de estos hallazgos requiere cautela analítica. El incremento observado en productividad ambiental durante 2020–2022 puede atribuirse a múltiples factores no necesariamente vinculados a transformaciones estructurales sostenibles: contracción diferencial de sectores intensivos en emisiones, alteraciones temporales en patrones de consumo y movilidad, efectos composicionales derivados de la heterogeneidad sectorial en la recuperación post-crisis, o aceleración de inversiones verdes como componente de estrategias de reactivación económica. La brevedad del subperíodo posterior (tres observaciones anuales) limita la capacidad de discriminar entre efectos transitorios y cambios

permanentes en las trayectorias de eficiencia. En contraste, la participación en patentes verdes no exhibe diferencias estadísticamente significativas entre subperíodos para ninguna de las economías analizadas. Los decrementos observados en los promedios post-pandemia (−1.64 puntos porcentuales para Chile; −0.87 para Colombia; −0.37 para México) no alcanzan significancia estadística convencional, presumiblemente debido a la elevada volatilidad intrínseca de este indicador y al reducido tamaño muestral del subperíodo reciente. Esta asimetría entre las dinámicas de productividad ambiental e innovación tecnológica refuerza la hipótesis de desacoplamiento entre ambas dimensiones en el contexto latinoamericano.

TABLA IV

COMPARACIÓN DE INDICADORES ENTRE SUBPERÍODOS PRE Y POST CRISIS
SANITARIA

Indicador / País	Pre-COVID	Post-COVID	Δ	t	p
Productividad CO2 (USD/kg)					
Chile	5.86 (0.20)	6.31 (0.32)	+0.45	−2.78	0.018
Colombia	10.44 (0.50)	11.26 (0.41)	+0.82	−2.36	0.038
Costa Rica	13.94 (0.95)	16.48 (0.35)	+2.55	−4.57	0.001
México	5.59 (0.45)	6.54 (0.14)	+0.95	−3.64	0.004
Patentes verdes (% mundial)					
Chile	6.97 (9.12)	5.32 (6.78)	−1.64	0.49	0.624
México	4.47 (6.32)	4.10 (5.22)	−0.37	0.16	0.874

Valores expresados como media (desviación estándar). Pre-COVID: 2010–2019 (n = 10); Post-COVID: 2020–2022 (n = 3). t = Estadístico t de Welch para muestras independientes con varianzas desiguales. Fuente: Elaboración propia con datos OECD.

E. Configuraciones tipológicas del crecimiento verde latinoamericano

La estandarización de los indicadores mediante puntuaciones Z permite construir una propuesta tipológica que sintetiza las configuraciones diferenciadas de crecimiento verde observadas en las economías analizadas. Esta taxonomía empíricamente fundamentada trasciende las clasificaciones binarias (verde/no verde) para capturar la multidimensionalidad del fenómeno y las tensiones entre sus componentes constitutivos.

Costa Rica configura un perfil de liderazgo en productividad verde, caracterizado por la combinación de elevada eficiencia ambiental ($Z_{CO2_PBPROD} = +1.27$), baja intensidad de emisiones per cápita ($Z_{GHG_DBEMCAP} = -0.72$) y limitada participación en innovación tecnológica global ($Z_{GPAT_DE} = -1.04$). Este patrón sugiere un modelo de desarrollo sostenible basado en ventajas comparativas sectoriales, posiblemente asociadas a su matriz energética predominantemente renovable y su especialización en servicios de bajo impacto ambiental, más que en capacidades endógenas de innovación tecnológica.

Chile presenta un perfil de innovador con alta intensidad de emisiones, donde la mayor participación relativa en patentes verdes de la región ($Z = +1.36$) coexiste con elevada intensidad de emisiones per cápita ($Z = +1.31$) y productividad ambiental inferior a la media regional ($Z = -0.78$). Esta configuración aparentemente paradójica puede reflejar la especialización de la economía chilena en sectores extractivos y manufactureros intensivos en energía, donde la innovación tecnológica ambiental responde más a presiones regulatorias y de mercado internacional que a transformaciones estructurales de la matriz productiva.

Colombia exhibe un perfil de eficiencia emergente, con productividad ambiental moderadamente superior a la media ($Z = +0.34$), baja intensidad de emisiones ($Z = -0.84$) e indicadores de innovación cercanos al promedio regional. México configura un perfil de transición incipiente, con valores próximos o inferiores a la media en las tres dimensiones, sugiriendo una trayectoria aún no consolidada hacia el crecimiento verde.

TABLA V
TIPOLOGÍA DE ECONOMÍAS LATINOAMERICANAS SEGÚN PERFIL
MULTIDIMENSIONAL DE CRECIMIENTO VERDE

País	Z Productividad	Z Innovación	Z Intensidad	Perfil tipológico
Chile	-0.78	+1.36	+1.31	Innovador intensivo
Colombia	+0.34	-0.26	-0.84	Eficiente emergente
Costa Rica	+1.27	-1.04	-0.72	Líder en productividad verde
México	-0.82	-0.06	+0.24	Transición incipiente

Puntuaciones Z estandarizadas ($\mu = 0$; $\sigma = 1$) calculadas sobre promedios del período 2010–2022. Z Productividad = CO2_PBPROD; Z Innovación = GPAT_DE; Z Intensidad = GHG_DBEMCAP. La clasificación tipológica se deriva del análisis conjunto de las tres dimensiones. Fuente: Elaboración propia.

F. Estrategias de alto impacto derivadas del diagnóstico

Los hallazgos empíricos del presente estudio permiten derivar un conjunto de estrategias diferenciadas según el perfil tipológico identificado para cada economía. La paradoja productividad-innovación ($r = -0.583$) y la erosión sistemática de la participación en patentes verdes (TCAC entre -5.94% y -13.08%) demandan intervenciones específicas que aborden las brechas estructurales detectadas. La Tabla VI sintetiza las estrategias de alto impacto fundamentadas en la evidencia empírica procesada.

TABLA VI
ESTRATEGIAS DE ALTO IMPACTO SEGÚN PERFIL TIPOLÓGICO Y HALLAZGOS
DEL DIAGNÓSTICO

País	Brecha identificada	Estrategia propuesta
Costa Rica	Baja innovación endógena ($Z = -1.04$) pese a liderazgo en productividad	Fortalecer I+D en tecnologías renovables para capitalizar ventajas en matriz energética limpia

Chile	Alta intensidad de emisiones ($Z = +1.31$) desacoplada de capacidad innovadora	Redirigir patentes verdes hacia descarbonización de sectores extractivos (minería, energía)
Colombia	Erosión severa en patentes (TCAC = -12.91%) con eficiencia moderada	Incentivar transferencia tecnológica y adaptación de innovaciones verdes importadas
México	Transición incipiente con tendencia positiva en productividad ($R^2 = 0.952$)	Consolidar trayectoria mediante integración de cadenas de valor verdes con EE.UU. y Canadá
Regional	Paradoja productividad-innovación ($r = -0.583$) y divergencia regional (CV = 46.3%)	Crear mecanismos de cooperación Sur-Sur para compartir mejores prácticas y co-desarrollo tecnológico

Estrategias derivadas de los hallazgos empíricos del estudio. Las brechas identificadas corresponden a los indicadores con mayor desviación respecto a la media regional o con tendencias estadísticamente significativas. TCAC = Tasa de crecimiento anual compuesto. Fuente: Elaboración propia.

En síntesis, los resultados empíricos configuran un panorama de heterogeneidad estructural en las trayectorias de crecimiento verde de las economías latinoamericanas examinadas. Las mejoras sostenidas en productividad de CO2, particularmente robustas en Costa Rica y México, contrastan con la erosión relativa de la participación regional en el acervo global de innovación tecnológica ambiental. La asociación negativa persistente entre productividad ambiental y patentes verdes constituye el hallazgo más contraintuitivo del análisis, sugiriendo que, en el contexto específico de las economías estudiadas, la eficiencia en el uso de recursos no se traduce mecánicamente en capacidad inventiva endógena. La crisis sanitaria global parece haber acelerado las mejoras en productividad ambiental sin alterar significativamente los patrones de innovación, introduciendo discontinuidades cuya persistencia temporal requiere monitoreo sistemático. Estos hallazgos, derivados estrictamente del procesamiento de indicadores estandarizados de la OECD, proporcionan una caracterización empírica rigurosa cuya interpretación causal y prescriptiva excede el alcance del presente análisis y demanda complementación con enfoques cualitativos y variables contextuales adicionales.

V. DISCUSIÓN

Los hallazgos empíricos del presente estudio convergen con la literatura especializada al evidenciar la heterogeneidad estructural de las trayectorias de crecimiento verde en economías emergentes latinoamericanas. La correlación negativa entre productividad de CO2 y participación en patentes verdes ($r = -0.583$; $p < 0.001$) constituye el resultado más contraintuitivo, desafiando los supuestos convencionales que presuponen complementariedad entre eficiencia ambiental e innovación tecnológica. Este hallazgo es consistente con Matos et al. [1], quienes documentan que la innovación climática avanza con lentitud insuficiente en la mayoría de sectores y países, y con Horobet et al. [9], quienes

deconstruyen el nexo innovación ambiental-gobernanza-valor de firma evidenciando relaciones no lineales entre estas dimensiones.

La paradoja productividad-innovación identificada admite interpretación desde múltiples marcos teóricos. Desde la perspectiva de la dependencia tecnológica, Núñez-Laguna et al. [7] demuestran que en empresas de la Alianza del Pacífico la eficiencia en recursos hídricos y energéticos se asocia más con la composición de directorios que con capacidades inventivas endógenas. Complementariamente, Ascani et al. [18] argumentan que las estrategias de localización de multinacionales pueden generar mejoras en desempeño ambiental mediante transferencia tecnológica más que mediante innovación doméstica. Estos mecanismos explicarían cómo Costa Rica alcanza liderazgo en productividad verde ($Z = +1.27$) con limitada participación en patentes globales ($Z = -1.04$), configurando un modelo de sostenibilidad basado en ventajas sectoriales y adopción tecnológica.

El perfil diferenciado de Chile como innovador con alta intensidad de emisiones ($Z_{\text{innovación}} = +1.36$; $Z_{\text{intensidad}} = +1.31$) encuentra resonancia en Ben Amor y Kooli [16], quienes demuestran que la materialidad de los criterios ESG varía según la especialización sectorial. La economía chilena, concentrada en sectores extractivos, exhibiría innovación verde orientada a presiones regulatorias internacionales más que a transformaciones estructurales de su matriz productiva, hallazgo convergente con Narváez-Castillo et al. [8] respecto al énfasis en gobernanza sobre aspectos ambientales en auditorías corporativas latinoamericanas. Asimismo, Porenta y Rant [3] documentan que los bancos de desarrollo enfrentan exposiciones crediticias diferenciadas según prácticas ESG, lo cual podría explicar las asimetrías observadas en el financiamiento de la innovación verde regional.

Las discontinuidades post-pandemia en productividad ambiental, estadísticamente significativas para las cuatro economías ($p < 0.05$), requieren interpretación cautelosa. Guidi et al. [6] demuestran que los mercados latinoamericanos exhiben patrones de integración variables según condiciones de estrés, mientras que Naeem et al. [15] evidencian conectividad fuerte y dinámica durante crisis en mercados emergentes. Estos hallazgos sugieren que los incrementos observados en productividad de CO₂ durante 2020-2022 podrían reflejar efectos composicionales transitorios más que transformaciones estructurales sostenibles, hipótesis consistente con Uddin et al. [2] respecto al rol moderador de factores coyunturales en el nexo crecimiento-ambiente.

La ausencia de convergencia regional ($CV = 46.3\%$ en 2022) y la erosión sistemática de la participación en patentes verdes (TCAC entre -5.94% y -13.08%) plantean desafíos para las políticas de desarrollo financiero sostenible. Trotta et al. [10] identifican barreras estructurales en la inclusión financiera digital, mientras que Xu et al. [11] documentan impactos mixtos de FinTech sobre eficiencia bancaria. Ben Cheikh et al. [14] demuestran que mayor calidad de gobernanza es condición necesaria para que la transición hacia

economías bajas en carbono mejore el acceso a infraestructura, hallazgo que subraya la importancia de fortalecer capacidades institucionales como prerrequisito para capitalizar oportunidades del paradigma tecnológico verde. Las estrategias diferenciadas propuestas en Table VI emergen de la triangulación entre los perfiles tipológicos identificados y la evidencia internacional revisada, demandando validación mediante enfoques complementarios que trasciendan el alcance correlacional del presente estudio.

VI. CONCLUSIONES

El análisis empírico de las trayectorias de crecimiento verde en Chile, Colombia, Costa Rica y México durante el período 2010–2022 revela una paradoja estructural que cuestiona las premisas fundamentales de las políticas de desarrollo financiero sostenible en América Latina: la correlación negativa persistente entre productividad ambiental e innovación tecnológica ($r = -0.583$; $p < 0.001$) evidencia que la eficiencia en el uso de recursos no se traduce mecánicamente en capacidad inventiva endógena, configurando un modelo regional de sostenibilidad dependiente de la adopción tecnológica externa más que de la generación de conocimiento propio. La erosión sistemática de la participación latinoamericana en el acervo mundial de patentes verdes (TCAC entre -5.94% y -13.08%), combinada con la ausencia de convergencia regional ($CV = 46.3\%$ en 2022) y la divergencia creciente en las trayectorias de productividad, plantea un escenario crítico donde las economías de la región transitan senderos diferenciados hacia la descarbonización sin articulación estratégica común. Los perfiles tipológicos identificados —Costa Rica como líder en productividad sin innovación, Chile como innovador con alta intensidad de emisiones, Colombia como eficiente emergente y México en transición incipiente— demandan políticas diferenciadas que trasciendan los enfoques homogeneizantes y reconozcan las especificidades estructurales de cada economía. La aceleración post-pandemia de la productividad ambiental, aunque estadísticamente significativa, no modificó los patrones de innovación tecnológica, evidenciando que las disrupciones coyunturales resultan insuficientes para alterar las restricciones estructurales que limitan el posicionamiento latinoamericano en el paradigma tecnológico verde emergente. Adicionalmente, la utilización de indicadores ambientales y de innovación como proxies del desarrollo financiero sostenible impuesta por la disponibilidad de datos armonizados regionales constituye una limitación que invita a futuras investigaciones a integrar variables financieras directas (volumenes de crédito verde, emisiones de bonos verdes, indicadores de divulgación ESG bancaria) cuando estén disponibles series comparables para América Latina.

REFERENCIAS

- [1] S. Matos, E. Viardot, B. K. Sovacool, F. W. Geels y Y. Xiong, "Innovation and climate change: A review and introduction to the special issue," *Technovation*, vol. 117, p. 102612, 2022.
- [2] M. M. Uddin, T. Sharif, A. R. M. Islam y M. Z. Abedin, "Moderating impact of FDI on the growth-environment nexus in the pre-COVID-19 eras," *Research in International Business and Finance*, vol. 67, p. 102114,

- 2024.
- [3] J. Porenta y V. Rant, "ESG relevance in credit risk of development banks," *Research in International Business and Finance*, vol. 76, p. 102831, 2025.
 - [4] M. Mandas, O. Lahmar, L. Piras y R. De Lisa, "ESG in the financial industry: What matters for rating analysts?," *Research in International Business and Finance*, vol. 66, p. 102045, 2023.
 - [5] F. Alkaraan, M. Elmarzouky, K. Hussainey y V. G. Venkatesh, "Sustainable strategic investment decision-making practices in UK companies," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 187, p. 122187, 2023.
 - [6] F. Guidi, G. Madonia y S. Sarwar, "Integration and structural break in the equity markets of Latin America," *Global Finance Journal*, vol. 65, p. 101107, 2025.
 - [7] I. Núñez-Laguna, N. Gambetta y M. A. García-Benau, "Knowledge in the diversity-efficiency nexus: How board composition shapes sustainable resource use in emerging markets," *Journal of Innovation & Knowledge*, vol. 11, p. 100847, 2026.
 - [8] V. P. Narváez-Castillo, M. A. García-Benau, L. Sierra-García y N. Gambetta, "Are material ESG issues making their way into key audit matters? An analysis of Colombian innovative companies," *Journal of Innovation & Knowledge*, vol. 9, no. 4, p. 100574, 2024.
 - [9] A. Horobet, I. Kostakis, A. Banerjee y L. Belascu, "Deconstructing the environmental innovation-governance-firm value nexus," *Journal of Innovation & Knowledge*, vol. 10, no. 5, p. 100790, 2025.
 - [10] A. Trotta, C. Gallucci, F. Rania, E. Strano y R. Tipaldi, "The 'black box' of digital finance: An umbrella review of the challenges in advancing financial inclusion," *Research in International Business and Finance*, vol. 81, p. 103188, 2026.
 - [11] F. Xu, Y. Kasperskaya y M. Sagarra, "The impact of FinTech on bank performance: A systematic literature review," *Digital Business*, vol. 5, no. 2, p. 100131, 2025.
 - [12] Y. Huang, Y. Yuan, J. Zhang y P. Li, "Innovation ecosystem and regional sustainability: An analysis of China provinces," *Journal of Innovation & Knowledge*, vol. 12, p. 100894, 2026.
 - [13] P. Ghosh y U. Golder, "Exploring the effects of FinTech adoption on traditional banking: A systematic literature review," *Digital Business*, vol. 6, no. 1, p. 100163, 2026.
 - [14] N. Ben Cheikh, Y. Ben Zaid y D. K. Nguyen, "Financial inclusion and energy access in sub-Saharan Africa," *Research in International Business and Finance*, vol. 79, p. 103032, 2025.
 - [15] M. A. Naeem, I. Yousaf, S. Karim, L. Yarovaya y S. Ali, "Tail-event driven NETWORK dependence in emerging markets," *Emerging Markets Review*, vol. 55, p. 100971, 2023.
 - [16] S. Ben Amor y M. Kooli, "Does materiality matter in ESG investing?," *Research in International Business and Finance*, vol. 79, p. 103105, 2025.
 - [17] C. Barra y P. M. Falcone, "Environmental performance of countries: Examining diverse institutional factors," *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 95, p. 101972, 2024.
 - [18] A. Ascani, L. B. Nair y S. Iammarino, "Racing to the bottom or seeking legitimacy? National environmental performance and the location strategies of Chinese MNEs," *Journal of International Management*, vol. 29, no. 2, p. 100993, 2023.
 - [19] G. Nicolò, G. Zampone, G. Sannino y S. De Iorio, "Sustainable corporate governance and non-financial disclosure in Europe: does the gender diversity matter?," *Journal of Applied Accounting Research*, 24th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Engineering without Borders: Artificial Intelligence, Knowledge, Innovation, and Alliances for a Future from the Americas". Hybrid Event, Santiago-Chile, July 15 - 17, 2026
 - vol. 23, no. 1, pp. 227-249, 2022.
 - C. Xhindole, L. Tarquinio y L. Sierra-García, "Climate change and Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) reports," *Journal of Accounting & Organizational Change*, vol. 21, no. 7, pp. 1-28, 2025.
 - [20] F. Aguado-Correa, J. J. de la Vega-Jiménez, J. M. López-Jiménez, N. Padilla-Garrido e I. Rabadán-Martín, "Evaluation of non-financial information and its contribution to the SDGs in the Spanish banking sector," *European Research on Management and Business Economics*, vol. 29, no. 1, p. 100211, 2023.
 - [21] T. A. Liedong, P. Taticchi, T. Rajwani y N. Pisani, "Gracious growth: How to manage the trade-off between corporate greening and corporate growth," *Organizational Dynamics*, vol. 51, no. 3, p. 100895, 2022.
 - [22] H. Karaosman, D. Marshall e I. Ward, "For the many not the few: introducing just transition for supply chain management," *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 45, no. 3, pp. 700-732, 2025.
 - [23] F. Alkaraan, M. Elmarzouky, A. B. Lopes de Sousa Jabbour, C. J. Chiappetta Jabbour y N. Gulko, "Maximising sustainable performance: Integrating servitisation innovation into green sustainable supply chain management," *Journal of Business Research*, vol. 186, p. 115029, 2025.
 - [24] "Exploring the linkages between FinTech and ESG: A bibliometric perspective," *Journal of Cleaner Production*, 2024. [Análisis bibliométrico FinTech-ESG].
 - [25] S. Matos, E. Viardot, B. K. Sovacool, F. W. Geels y Y. Xiong, "Innovation and climate change: A review and introduction to the special issue," *Technovation*, vol. 117, p. 102612, 2022.
 - [26] F. Alkaraan, M. Elmarzouky, K. Hussainey y V. G. Venkatesh, "Sustainable strategic investment decision-making practices in UK companies," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 187, p. 122187, 2023.
 - [27] M. Mandas, O. Lahmar, L. Piras y R. De Lisa, "ESG in the financial industry: What matters for rating analysts?," *Research in International Business and Finance*, vol. 66, p. 102045, 2023.
 - [28] J. Porenta y V. Rant, "ESG relevance in credit risk of development banks," *Research in International Business and Finance*, vol. 76, p. 102831, 2025.
 - [29] T. Babina et al., "Customer data access and fintech entry: Early evidence from open banking," *Journal of Financial Economics*, vol. 169, p. 103950, 2025.
 - [30] F. Guidi, G. Madonia y S. Sarwar, "Integration and structural break in the equity markets of Latin America," *Global Finance Journal*, vol. 65, p. 101107, 2025.
 - [31] I. Núñez-Laguna, N. Gambetta y M. A. García-Benau, "Knowledge in the diversity-efficiency nexus: How board composition shapes sustainable resource use in emerging markets," *Journal of Innovation & Knowledge*, vol. 11, p. 100847, 2026.
 - [32] M. M. Uddin, T. Sharif, A. R. M. Islam y M. Z. Abedin, "Moderating impact of FDI on the growth-environment nexus in the pre-COVID-19 eras," *Research in International Business and Finance*, vol. 67, p. 102114, 2024.
 - [33] A. Ascani, L. B. Nair y S. Iammarino, "Racing to the bottom or seeking legitimacy? National environmental performance and the location strategies of Chinese MNEs," *Journal of International Management*, vol. 29, no. 2, p. 100993, 2023.

- [34] A. Horobet, I. Kostakis, A. Banerjee y L. Belascu, "Deconstructing the environmental innovation-governance-firm value nexus," *Journal of Innovation & Knowledge*, vol. 10, no. 5, p. 100790, 2025.
- [35] S. Ben Amor y M. Kooli, "Does materiality matter in ESG investing?," *Research in International Business and Finance*, vol. 79, p. 103105, 2025.
- [36] C. Hu y Y. Zhou, "Do domestic and US economic policy uncertainty increase China's macro-financial risk connectedness?," *Research in International Business and Finance*, vol. 80, p. 103138, 2025.
- [37] V. P. Narváez-Castillo, M. A. García-Benau, L. Sierra-García y N. Gambetta, "Are material ESG issues making their way into key audit matters?," *Journal of Innovation & Knowledge*, vol. 9, no. 4, p. 100574, 2024.
- [38] H. Gong y A. D. Andersen, "The role of material resources for rapid technology diffusion in net-zero transitions," *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 200, p. 123141, 2024.
- [39] A. Dall'Orsoletta, F. Romero y P. Ferreira, "Open and collaborative innovation for the energy transition: An exploratory study," *Technology in Society*, vol. 69, p. 101955, 2022.
- [40] A. Trotta, C. Gallucci, F. Rania, E. Strano y R. Tipaldi, "The 'black box' of digital finance: An umbrella review," *Research in International Business and Finance*, vol. 81, p. 103188, 2026.
- [41] F. Xu, Y. Kasperskaya y M. Sagarra, "The impact of FinTech on bank performance: A systematic literature review," *Digital Business*, vol. 5, no. 2, p. 100131, 2025.
- [42] C. Barra y P. M. Falcone, "Environmental performance of countries: Examining the effect of diverse institutional factors," *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 95, p. 101972, 2024.
- [43] Y. Huang, Y. Yuan, J. Zhang y P. Li, "Innovation ecosystem and regional sustainability: An analysis of China provinces," *Journal of Innovation & Knowledge*, vol. 12, p. 100894, 2026.
- [44] P. Ghosh y U. Golder, "Exploring the effects of FinTech adoption on traditional banking: A systematic literature review," *Digital Business*, vol. 6, no. 1, p. 100163, 2026.
- [45] N. Ben Cheikh, Y. Ben Zaied y D. K. Nguyen, "Financial inclusion and energy access in sub-Saharan Africa," *Research in International Business and Finance*, vol. 79, p. 103032, 2025.
- [46] M. A. Naeem, I. Yousaf, S. Karim, L. Yarovaya y S. Ali, "Tail-event driven NETWORK dependence in emerging markets," *Emerging Markets Review*, vol. 55, p. 100971, 2023.
- [47] G. Nicolò, G. Zampone, G. Sannino y S. De Iorio, "Sustainable corporate governance and non-financial disclosure in Europe: does the gender diversity matter?," *Journal of Applied Accounting Research*, vol. 23, no. 1, pp. 227-249, 2022.
- [48] C. Xhindole, L. Tarquinio y L. Sierra-García, "Climate change and Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD) reports," *Journal of Accounting & Organizational Change*, vol. 21, no. 7, pp. 1-28, 2025.
- [49] F. Aguado-Correa, J. J. de la Vega-Jiménez, J. M. López-Jiménez, N. Padilla-Garrido e I. Rabadán-Martín, "Evaluation of non-financial information and its contribution to advancing the SDGs," *European Research on Management and Business Economics*, vol. 29, no. 1, p. 100211, 2023.
- [50] T. A. Liedong, P. Taticchi, T. Rajwani y N. Pisani, "Gracious growth: How to manage the trade-off between corporate greening and corporate growth," *Organizational Dynamics*, vol. 51, no. 3, p. 100895, 2022.
- [51] H. Karaosman, D. Marshall e I. Ward, "For the many not the few: introducing just transition for supply chain management," *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 45, no. 3, pp. 700-732, 2025.
- [52] F. Alkaraan, M. Elmarzouky, A. B. Lopes de Sousa Jabbour, C. J. Chiappetta Jabbour y N. Gulko, "Maximising sustainable performance: Integrating servitisation innovation into green sustainable supply chain management," *Journal of Business Research*, vol. 186, p. 115029, 2025.
- [53] M. Z. Islam, M. S. Hossain, M. B. Amin, M. M. Ahamed y J. Oláh, "The asymmetric impacts of remittances on innovation in middle-income economies," *Journal of Innovation & Knowledge*, vol. 10, no. 6, p. 100817, 2025.
- [54] T. D. Bui y M. L. Tseng, "A Data-Driven Analysis on Sustainable Energy Security," *Journal of Global Information Management*, vol. 30, no. 6, 2022.