ASCE MAGAZINE ISSN: 3073–1178

Revista ASCE Magazine, Periodicidad: Trimestral, Volumen: 5, Número: 4, Año: 2026 páginas 828-841

Doi: https://doi.org/10.70577/asce.v5i4.1159

Recibido: 2026-10-26

Aceptado: 2026-11-16

Publicado: 2026-11-26

Producción y comercio de productos forestales y emisiones de los bosques: evidencia de un panel de siete países de América Latina

Production and trade of forest products and forest emissions: evidence from a panel of seven Latin American countries

Autor(s)

Juliana Lorena Paqui-González [1]
lorejuliana.paqui@gmail.com
https://orcid.org/0009-0000-9693-1448
Universidad Estatal Península de Santa Elena
Santa Elena - Ecuador

Juan Carlos Ceron Vinueza [2]
jccv1985@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0001-6250-0604
Investigador Independiente
Quito – Ecuador

Juan Francisco Durango Grisales [3]
juan.durango@alumnos.upm.es
https://orcid.org/0000-0002-4341-2377
Universidad Politécnica de Madrid
Montería – Córdoba

Luis Pauro Flores [4]
ipauro@unap.edu.pe
https://orcid.org/0000-0002-0431-4643
Universidad Nacional del Altiplano de Puno
Puno - Perú

Bianka Rosa Reyes Atamirano [5]
birose1993@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-5916-3355
Investigador Independiente
Managua - Nicaragua

Como Citar:

Paqui-González , J. L., Ceron Vinueza , J. C., Durango Grisales , J. F., Pauro Flores , L., & Reyes Atamirano , B. R. (2026). Producción y comercio de productos forestales y emisiones de los bosques: evidencia de un panel de siete países de América Latina. *ASCE MAGAZINE*, *5*(4), 828–841. https://doi.org/10.70577/asce.v5i4.1159

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

Resumen

El balance de carbono de los bosques tropicales, depende de la producción de madera, pero también de la deforestación, la degradación, los incendios, y la recuperación de la biomasa; como las pérdidas forestales pueden superar la captura durante la regeneración, resulta pertinente, examinar en conjunto producción, comercio, e indicadores ambientales. El objetivo fue, analizar la evolución de la producción y el comercio forestal, y su asociación con indicadores ambientales, en siete países latinoamericanos entre 2000 y 2024. Se aplicó un diseño cuantitativo, longitudinal y no experimental, con datos de panel de Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, México y Perú; la matriz reunió datos de FAOSTAT, y del Banco Mundial, con 175 observaciones potenciales, se estimaron modelos de efectos fijos por país y año, con PIB per cápita y población como controles; CO_2 basado en biomasa y conversión neta del bosque, se emplearon en análisis de robustez. Chile, registró la mayor producción media (37.738 millones de m^3), mientras que Perú, presentó el mayor CO_2 Tier 1 promedio (152,893.5 kt), Argentina, destacó en exportaciones y México, en importaciones; los modelos no detectaron asociaciones estadísticamente significativas, entre producción o comercio, y los indicadores ambientales ($p > .05$), las pruebas identificaron autocorrelación y dependencia transversal. Los perfiles forestales, difirieron entre países, pero las especificaciones analizadas, no respaldaron asociaciones significativas. La dependencia detectada en los errores, y la cobertura limitada del indicador comercial, exigen cautela; las investigaciones posteriores, deberían ampliar el panel e incorporar deforestación, incendios y características de la extracción.

Palabras clave: América Latina, Cambio climático, Comercio internacional, Deforestación, Producto forestal

Abstract

The carbon balance of tropical forests depends not only on timber production but also on deforestation, degradation, fires, and biomass recovery. Since forest losses can exceed the carbon captured during regeneration, it is relevant to examine production, trade, and environmental indicators in an integrated manner. This study aimed to analyze trends in forest production and trade—and their association with environmental indicators—across seven Latin American countries between 2000 and 2024. A quantitative, longitudinal, non-experimental research design was applied using panel data from Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Mexico, and Peru. The dataset, compiled from FAOSTAT and World Bank sources, comprised 175 potential observations. Fixed-effects models (by country and year) were estimated, incorporating GDP per capita and population as control variables. Additionally, CO_2 emissions related to biomass and net forest conversion were used in robustness analyses. Chile recorded the highest average production (37,738 million m^3), while Peru showed the highest average Tier 1 CO_2 emissions (152,893.5 kt); Argentina stood out in exports, and Mexico in imports. The models did not detect any statistically significant associations between production or trade and environmental indicators ($p > .05$); the tests identified autocorrelation and cross-sectional dependence. Forest profiles differed across countries, but the specifications analyzed did not support significant associations. The dependence detected in the error terms, combined with the limited scope of the trade indicator, warrants caution; future research should expand the panel and incorporate data on deforestation, fires, and the characteristics of extraction.

Keywords: Latin America, Climate change, International trade, Deforestation, Forest product

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

Introducción

Los bosques tropicales, ocupan un lugar decisivo en el balance climático; almacenan carbono, lo capturan durante el crecimiento y, ante ciertas perturbaciones, pueden convertirse en fuentes de emisiones (Mackey et al., 2020). Ese balance, no depende únicamente de cuánta madera se produce, también intervienen la pérdida de cobertura, la degradación, los incendios, y la recuperación de la biomasa (Kiziridis et al., 2025). En la Amazonía, Fawcett et al. (2023), observaron que las pérdidas de carbono, asociadas con la deforestación y la degradación, superaron las ganancias por regeneración durante parte del periodo estudiado. En cambio, Heinrich et al. (2023), estimaron que los bosques tropicales secundarios, y degradados en recuperación, captaron carbono y compensaron, parte de las emisiones asociadas con la pérdida forestal. En conjunto, estos hallazgos, muestran que el balance forestal, surge de procesos simultáneos y de signo distinto.

La extracción de madera, puede relacionarse con el carbono forestal, a través de mecanismos que las estadísticas de producción, no registran por completo (Yu et al., 2024). La tala selectiva, los incendios y los efectos de borde, alteran la estructura del bosque, incluso cuando el área afectada, no aparece como deforestada (Prestes et al., 2020). A escala pantropical, Bourgoin et al. (2024), documentaron reducciones persistentes de la altura del dosel, tras la tala selectiva, y otras perturbaciones. En el arco de deforestación amazónico, Csillik et al. (2024), separaron pérdidas y ganancias de carbono, asociadas con el desmonte, los incendios, la tala y el crecimiento forestal. Estos estudios advierten que, el volumen comercializado no equivale, por sí solo, a una medida de degradación, ni de emisiones.

El comercio introduce una dimensión adicional; la producción ocurre en un territorio, mientras que, la demanda puede originarse en otro, por ello, las consecuencias forestales de los flujos comerciales, no siempre se limitan al país exportador, o importador que registra la transacción (Fusacchia et al., 2022). Sun et al. (2023), utilizaron análisis de insumo-producto y redes, para estudiar la deforestación incorporada en el comercio global; sus resultados identificaron a Brasil, entre los proveedores relevantes de ese tipo de presión forestal. Este enfoque, permite rastrear vínculos entre economías, pero difiere de un análisis, de cantidades nacionales de exportación e importación, que no identifica necesariamente el origen, el destino, ni la huella de carbono, de cada producto.

La literatura reciente, por tanto, aborda el vínculo bosque-carbono, desde escalas y enfoques diversos; cambios de biomasa en la Amazonía, recuperación de bosques tropicales, degradación detectada mediante observación remota, y deforestación, incorporada en redes comerciales (Lapola et al., 2023). A partir de esos trabajos, resulta pertinente, examinar cómo se comportan conjuntamente la producción, el comercio y los indicadores ambientales, en una comparación entre países latinoamericanos. El análisis de datos, por país y año, ofrece una perspectiva complementaria, aunque sus resultados dependen, del alcance de las variables disponibles y no sustituyen las mediciones espaciales, ni el rastreo de cadenas de suministro.

Este estudio, analiza la producción y el comercio de productos forestales, y su asociación con indicadores ambientales en Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, México y Perú durante 2000–2024, con la finalidad, de describir la evolución de esas variables, y estimar si la producción y las cantidades comerciales, se asocian con las emisiones o absorciones netas de CO_2 del sector forestal (estimadas con el método Tier 1 del PICC).

Material y métodos

Diseño y alcance

Se desarrolló un estudio cuantitativo, longitudinal y no experimental, con datos de panel, la unidad de análisis fue; el país por año. El panel incluyó; Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, México, y Perú, entre 2000 y 2024. El propósito fue; describir la evolución de la producción, y el comercio forestal, y estimar su asociación, con indicadores ambientales. El diseño no permitió atribuir causalidad.

Fuentes, variables, y construcción de la matriz

La base, reunió observaciones anuales de FAOSTAT, y del Banco Mundial. la obtención de las variables se desarrolló de la siguiente manera; i) La producción de madera en rollo industrial, se calculó, como la suma de los ítems FAOSTAT 1866 (coníferas), y 1867 (no coníferas); ii) Las cantidades de exportación e importación, correspondieron al ítem 1651, madera en rollo industrial de coníferas (por ello, el comercio analizado, no representa todos los productos forestales); iii) El CO_2 neto Tier 1, se utilizó como resultado principal, como análisis de robustez, se reemplazó esa variable por CO_2, basado en biomasa y por conversión neta del bosque; iv) La producción, y las

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

cantidades de comercio, fueron las variables explicativas centrales; v) El PIB per cápita en dólares constantes de 2015, y la población total, se incorporaron como controles.

Transformación de variables, y análisis descriptivo

Para producción, exportaciones e importaciones, se aplicó la transformación log(1 + x). El PIB per cápita, y la población, se transformaron con logaritmo natural. Para cada variable dependiente ambiental, el script aplicó logaritmo natural, si todos sus valores observados eran positivos; si existía algún valor igual o inferior a cero, aplicó la transformación arcoseno hiperbólico (asinh).

Las estadísticas descriptivas, se calcularon por país y variable.

Modelos de panel

Se estimaron modelos de efectos fijos, por país y año. Se estimó un modelo de CO_2 Tier 1, con producción, PIB per cápita, y población. Luego, se estimó otro con exportaciones, importaciones, y los dos controles. Un tercer modelo, incorporó de forma conjunta producción, y comercio.

Para los análisis de robustez, se conservaron los predictores del modelo conjunto, y se sustituyó el CO_2 Tier 1, primero por CO_2, basado en biomasa, y luego por conversión neta del bosque. Los coeficientes, se interpretaron como asociaciones condicionadas a los efectos fijos, y a los controles. Debido a las transformaciones aplicadas, no se interpretaron automáticamente, como cambios porcentuales simples.

Pruebas diagnósticas y software

La prueba F, comparó el modelo agrupado, con el modelo de efectos fijos, por país y año. En el modelo base de producción, también se aplicaron las pruebas Breusch–Godfrey/Wooldridge, para autocorrelación serial, y Pesaran para dependencia transversal. El análisis se ejecutó en RStudio.

Resultados

El estudio, comprende siete países, y el periodo 2000–2024, con 175 observaciones potenciales.

La tabla 1, muestra diferencias claras, entre los siete países. Chile registró, la mayor producción media de madera en rollo industrial, con 37.738 millones de m^3, seguido por Argentina (11.442 millones), y México (6.854 millones). En cambio, Perú presentó el promedio más alto, de CO_2 neto Tier 1 (152,893.5 kt), mientras que, Chile tuvo el más bajo (5,308.1 kt); este contraste indica que, en los promedios observados, una producción mayor, no coincide necesariamente, con un valor mayor de CO_2 Tier 1.

En el comercio, Argentina registró, la mayor cantidad media de exportaciones (115.63 miles de m^3), seguida de Chile (109.386 miles de m^3). mientras que, México presentó las mayores importaciones (44.199 miles de m^3), seguido por Perú (12.757 miles de m^3); estos perfiles muestran que, los principales productores, no coinciden siempre con los principales importadores, o exportadores. Sin embargo, las cantidades comerciales, corresponden únicamente al ítem FAOSTAT 1651, madera en rollo industrial de coníferas; no representan el comercio forestal total.

Tabla 1.

Promedios por país de producción, CO_2 Tier 1, y cantidades de comercio

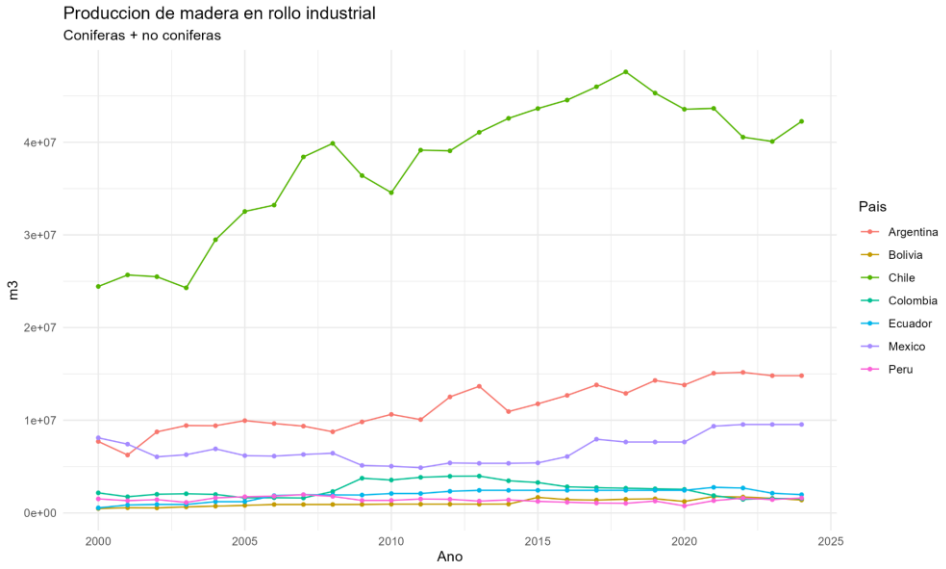
País	Producción (millones m^3)	CO_2 Tier 1 (kt)	Exportación (miles m^3)	Importación (miles m^3)
Argentina	11.442	111352	115.63	0.229
Bolivia	1.092	69390.6	0.256	0.023
Chile	37.738	5308.1	109.386	1.871
Colombia	2.51	74076.9	11.031	0.761
Ecuador	1.957	34722.8	3.711	0.072
México	6.854	24273.1	2.456	44.199
Perú	1.406	152893.5	0.06	12.757

Nota. Los promedios se calcularon, con los datos disponibles: producción y comercio. El comercio corresponde al ítem FAOSTAT 1651, madera en rollo industrial de coníferas; no representa el total de productos forestales. La producción, suma los ítems 1866 (coníferas), y 1867 (no coníferas).

En la figura 1, se evidencia que, la producción, presentó diferencias amplias, entre países. Chile registró el promedio más alto, con 37.738 millones de m^3, seguido por Argentina, y México. La serie chilena, llegó a su valor máximo, alrededor de 2018; Argentina mostró una trayectoria general ascendente, con fluctuaciones interanuales. Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, mantuvieron volúmenes menores.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

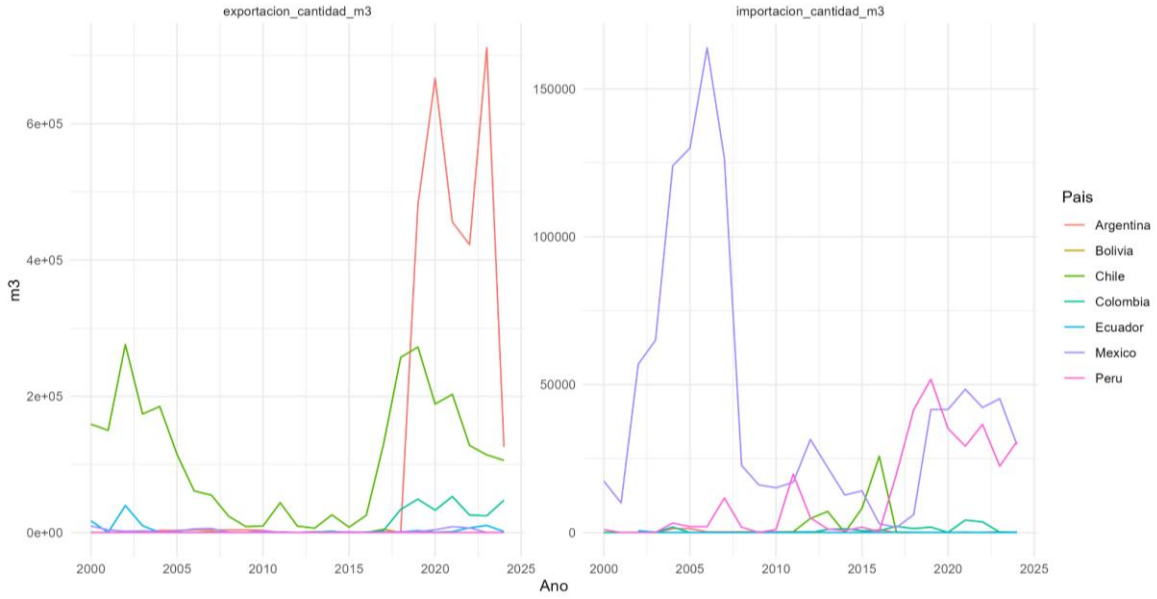
Figura 1.
Producción de madera en rollo industrial, 2000–2024



Nota. Elaboración propia, con los datos adjuntos de FAOSTAT.

En el comercio, Argentina y Chile, destacaron por sus exportaciones medias, mientras que México y Perú, presentaron las importaciones medias más altas. Las exportaciones argentinas, muestran picos pronunciados en determinados años, como se muestra en la figura 2.

Figura 2.
Comercio de madera en rollo industrial de coníferas, ítem FAOSTAT 1651



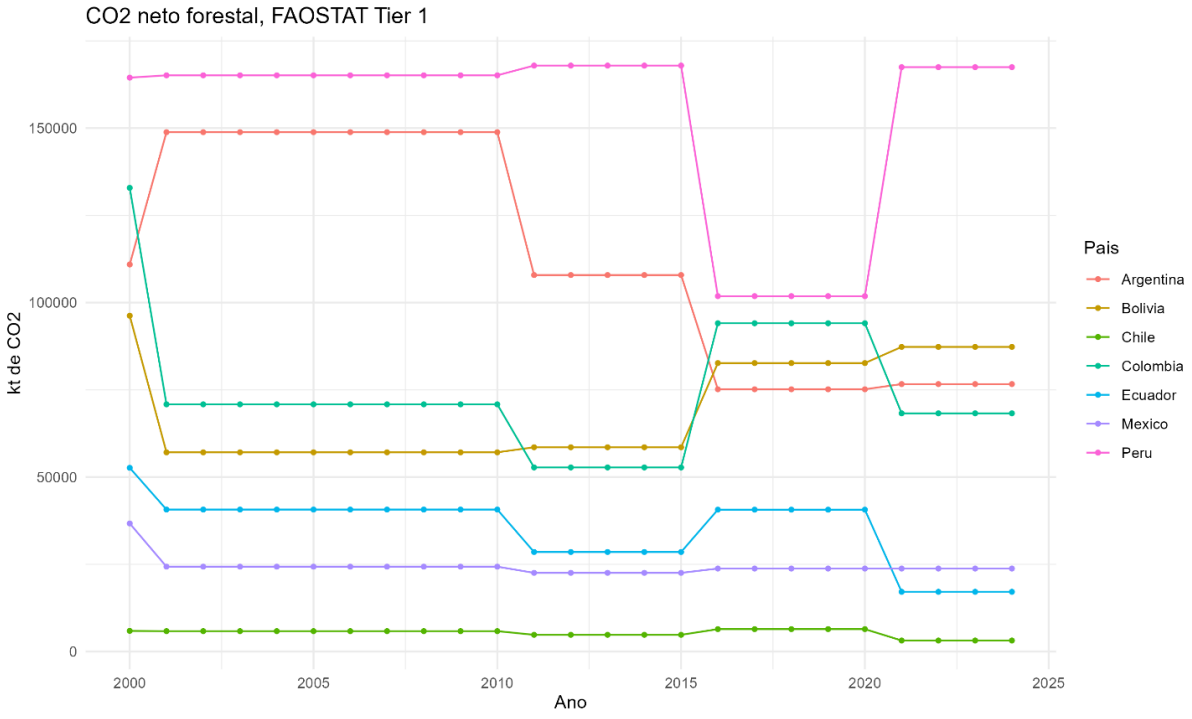
Nota. Elaboración propia, con los datos adjuntos de FAOSTAT.

Por otra parte, en la figura 3, se muestran trayectorias distintas de CO_2 neto forestal, entre 2000 y 2024. Perú presentó los valores más altos, durante casi todo el periodo; se mantuvo cerca de 165–168 mil kt hasta 2015, descendió a unos 102 mil kt, entre 2016 y 2020, y luego recuperó niveles cercanos a 167 mil kt. Argentina también registró valores elevados, con descensos marcados, alrededor de 2011 y 2016. Colombia y Bolivia, exhibieron cambios en esos mismos tramos, aunque con magnitudes, y direcciones diferentes. Chile mantuvo los valores más bajos, y redujo su nivel hacia el final de la serie.

Las líneas horizontales prolongadas, y los cambios abruptos en varios países, describen los valores estimados en la base FAOSTAT; por sí solos, no prueban que, las emisiones reales permanecieran constantes, ni explican las causas de los cambios. La figura 3, permite comparar patrones temporales, y diferencias entre países, pero no establecer una relación causal, con la producción o el comercio forestal.

Figura 3.

CO_2 neto forestal, según FAOSTAT Tier 1, 2000–2024



Nota. Elaboración propia, con los datos adjuntos de FAOSTAT.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

En la tabla 2, la producción tiene coeficientes positivos, en los tres modelos, pero sus valores p (0.629, 0.662 y 0.565) superan 0.05; por tanto, el análisis no encontró evidencia estadística suficiente, para afirmar que, una mayor producción, se asocie con cambios en esos indicadores ambientales.

En exportaciones, los coeficientes son casi cero, su dirección es negativa en los modelos de CO_2, y positiva, en el de conversión neta, pero los valores p (0.992, 0.961 y 0.954), son muy superiores a 0.05; por ende, en estos modelos, las exportaciones, no muestran una asociación estadísticamente significativa con los resultados ambientales.

Las importaciones tienen coeficientes positivos de 0.013, en los tres modelos. Sin embargo, sus valores p (0.200, 0.202 y 0.183), también superan 0.05; aunque el signo estimado, apunta en dirección positiva, la evidencia no permite concluir que esa asociación, sea estadísticamente distinta de cero.

Cabe considerar, que la prueba F, respaldó los efectos fijos de país y año, frente al modelo agrupado, $F(29, 135) = 57.76$, $p < .001$. Las pruebas de diagnóstico, detectaron autocorrelación serial, $\chi^2(24) = 92.62$, $p < .001$, y dependencia transversal, $z = -3.51$, $p < .001$. En consecuencia, los errores, no cumplen los supuestos de independencia, temporal y entre países.

Tabla 2.

Coeficientes de producción, y comercio en los modelos ambientales

Variable	CO_2 Tier 1	CO_2 biomasa	Conversión neta del bosque
Producción	b = 0.070; p = 0.629	b = 0.063; p = 0.662	b = 0.085; p = 0.565
Exportaciones	b = −0.0001; p = 0.992	b = −0.0007; p = 0.961	b = 0.0008; p = 0.954
Importaciones	b = 0.013; p = 0.200	b = 0.013; p = 0.202	b = 0.013; p = 0.183

Nota. El primer modelo, analiza CO_2 Tier 1; el segundo, usa CO_2 basado en biomasa; el tercero, examina la conversión neta del bosque. En cada modelo se pregunta si producción, exportaciones e importaciones, se asocian con ese indicador ambiental. En cada resultado, el primer número es b, es el coeficiente estimado; el número entre paréntesis es el EE (error estándar); y el último número es p, el cual expone si la asociación, alcanza significación estadística (siempre que $p < .05$).

Discusión

En este panel, Chile combina el promedio más alto de producción forestal, con el promedio más bajo de CO_2 neto Tier 1; Perú, presenta el patrón opuesto, con la producción media, más baja y el

CO_2 medio, más alto. Esta comparación muestra que, los volúmenes de producción, por sí solos, no describen el balance de carbono de cada país; también intervienen cambios en la superficie forestal, la extracción de madera, los incendios, y el crecimiento del bosque. En un análisis de 152 países para 1990–2020, Le Noë et al. (2021), encontraron que la pérdida de área forestal, fue el principal factor de emisiones netas de carbono, en gran parte de Sudamérica, mientras que, el crecimiento de la biomasa, pudo compensar parte de esas pérdidas. Ese resultado, ofrece un contexto para interpretar las diferencias, entre los países de este estudio, aunque, no permite atribuirles las mismas causas, sin un análisis específico por país.

Los modelos de efectos fijos, no detectaron asociaciones estadísticamente significativas, entre producción, exportaciones o importaciones, y los indicadores ambientales evaluados. Este resultado, debe leerse considerando el alcance de las variables; la producción suma madera industrial de coníferas, y no coníferas, mientras que, el comercio representa únicamente madera, en rollo industrial de coníferas, ítem FAOSTAT 1651. Ninguna de esas cantidades, mide directamente la pérdida de carbono, asociada con la tala, la degradación del bosque, o el cambio de uso del suelo. Bourgoin et al. (2024), documentaron que, la tala selectiva, los incendios y los efectos de borde, pueden reducir la estructura, y la biomasa de los bosques tropicales, con señales que persisten durante años. Por ello, dos países con volúmenes comerciales parecidos, podrían presentar resultados ambientales distintos, según las prácticas de extracción, y el estado de sus bosques.

La falta de significación estadística, tampoco contradice necesariamente la evidencia, sobre el vínculo entre comercio y deforestación; los modelos de este estudio, relacionan cantidades comerciales nacionales, con indicadores ambientales nacionales; no rastrean el origen de la madera, sus destinos, ni las emisiones incorporadas en las cadenas de suministro. Hoang y Kanemoto (2021), mediante datos de teledetección, y un modelo multirregional de insumo-producto, identificaron huellas de deforestación, asociadas con el comercio internacional, incluidos focos en la Amazonía. Su método responde, a una pregunta distinta; asigna la deforestación al consumo, y a los flujos comerciales que la impulsan. Así, los coeficientes no significativos de este panel, indican que no se identificó, una asociación directa con las variables disponibles; no descartan que exista una relación, a través de cadenas de suministro, o cambios de uso del suelo.

También importa, cómo se contabiliza el carbono de los productos forestales. Guan et al. (2021), compararon tres métodos de contabilidad, para los flujos de carbono del comercio de productos de

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

madera, y obtuvieron resultados distintos, según el enfoque empleado. En este estudio, las cantidades de exportación e importación, no se convirtieron en carbono incorporado. Por tanto, los resultados, describen relaciones entre volúmenes comercializados, e indicadores ambientales; no estiman el carbono que los productos transportan o almacenan, después de su extracción.

En conjunto, los países presentan perfiles distintos, de producción, comercio y CO_2, pero los modelos adjuntos, no muestran asociaciones estadísticamente significativas, entre las variables centrales, y los indicadores ambientales.

Conclusiones

Chile, registró el mayor promedio de producción forestal, mientras que Perú, presentó el promedio más alto de CO_2 neto Tier 1. Estas diferencias, muestran que los niveles de producción y emisiones, no siguieron un patrón uniforme entre los siete países.

Los modelos de efectos fijos, no detectaron asociaciones estadísticamente significativas, entre producción, exportaciones o importaciones, y CO_2 Tier 1. El mismo patrón apareció, con CO_2 basado en biomasa y conversión neta del bosque. Por ello, los resultados, no respaldan una relación estadística en las especificaciones analizadas, aunque tampoco prueban que no exista.

Las pruebas detectaron autocorrelación, y dependencia transversal, y los errores estándar, se agruparon en solo siete países. Además, el comercio medido, corresponde únicamente a madera en rollo industrial de coníferas, no al conjunto de productos forestales.

En futuras investigaciones, conviene ampliar el panel, e incorporar variables que representen pérdida de bosque, incendios, intensidad, y prácticas de extracción, además de rastrear el origen, y destino del comercio, para estimar emisiones incorporadas.

Referencias Bibliográficas

Bourgoin, C., Ceccherini, G., Girardello, M., Vancutsem, C., Avitabile, V., Beck, P. S. A., Beuchle, R., Blanc, L., Duveiller, G., Migliavacca, M., Vieilledent, G., Cescatti, A., & Achard, F. (2024). Human degradation of tropical moist forests is greater than previously estimated. *Nature*, *631*(8021), 570-576. https://doi.org/10.1038/s41586-024-07629-0

Csillik, O., Keller, M., Longo, M., Ferraz, A., Rangel Pinagé, E., Görgens, E. B., Ometto, J. P., Silgueiro, V., Brown, D., Duffy, P., Cushman, K. C., & Saatchi, S. (2024). A large net carbon loss attributed to anthropogenic and natural disturbances in the Amazon Arc of

Deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *121*(33), e2310157121. https://doi.org/10.1073/pnas.2310157121

Fawcett, D., Sitch, S., Ciais, P., Wigneron, J. P., Silva-Junior, C. H. L., Heinrich, V., Vancutsem, C., Achard, F., Bastos, A., Yang, H., Li, X., Albergel, C., Friedlingstein, P., & Aragão, L. E. O. C. (2023). Declining Amazon biomass due to deforestation and subsequent degradation losses exceeding gains. *Global Change Biology*, *29*(4), 1106-1118. https://doi.org/10.1111/gcb.16513

Fusacchia, I., Balié, J., & Salvatici, L. (2022). The AfCFTA impact on agricultural and food trade: A value added perspective. *European Review of Agricultural Economics*, *49*(1), 237-284. https://doi.org/10.1093/erae/jbab046

Guan, Z., Guo, Z., & Liu, Y. (2021). Carbon flows from trade in harvested wood products using different accounting approaches. *Carbon Management*, *12*(5), 521-529. https://doi.org/10.1080/17583004.2021.1981455

Heinrich, V. H. A., Vancutsem, C., Dalagnol, R., Rosan, T. M., Fawcett, D., Silva-Junior, C. H. L., Cassol, H. L. G., Achard, F., Jucker, T., Silva, C. A., House, J., Sitch, S., Hales, T. C., & Aragão, L. E. O. C. (2023). The carbon sink of secondary and degraded humid tropical forests. *Nature*, *615*(7952), 436-442. https://doi.org/10.1038/s41586-022-05679-w

Hoang, N. T., & Kanemoto, K. (2021). Mapping the deforestation footprint of nations reveals growing threat to tropical forests. *Nature Ecology & Evolution*, *5*(6), 845-853. https://doi.org/10.1038/s41559-021-01417-z

Kiziridis, D. A., Salonikidou, E., Eleftheriadou, N., & Fotakis, D. (2025). Balancing Non-Timber Services with Biomass Production via Sustainable Forest Management: A Review of Conflicting Demands and Suggested Approaches. *Forests*, *16*(2), 348. https://doi.org/10.3390/f16020348

Lapola, D. M., Pinho, P., Barlow, J., Aragão, L. E. O. C., Berenguer, E., Carmenta, R., Liddy, H. M., Seixas, H., Silva, C. V. J., Silva-Junior, C. H. L., Alencar, A. A. C., Anderson, L. O., Armenteras, D., Brovkin, V., Calders, K., Chambers, J., Chini, L., Costa, M. H., Faria, B. L., … Walker, W. S. (2023). The drivers and impacts of Amazon forest degradation. *Science*, *379*(6630), eabp8622. https://doi.org/10.1126/science.abp8622

Le Noë, J., Erb, K.-H., Matej, S., Magerl, A., Bhan, M., & Gingrich, S. (2021). Altered growth conditions more than reforestation counteracted forest biomass carbon emissions 1990–2020. *Nature Communications*, *12*(1), 6075. https://doi.org/10.1038/s41467-021-26398-2

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución No Comercial-Sin Derivar 4.0 Internacional

Mackey, B., Kormos, C. F., Keith, H., Moomaw, W. R., Houghton, R. A., Mittermeier, R. A., Hole, D., & Hugh, S. (2020). Understanding the importance of primary tropical forest protection as a mitigation strategy. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, *25*(5), 763-787. https://doi.org/10.1007/s11027-019-09891-4

Prestes, N. C. C. D. S., Massi, K. G., Silva, E. A., Nogueira, D. S., De Oliveira, E. A., Freitag, R., Marimon, B. S., Marimon-Junior, B. H., Keller, M., & Feldpausch, T. R. (2020). Fire Effects on Understory Forest Regeneration in Southern Amazonia. *Frontiers in Forests and Global Change*, *3*, 10. https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00010

Sun, L., Zhou, W., Zhu, X., & Xia, X. (2023). Deforestation embodied in global trade: Integrating environmental extended input-output method and complex network analysis. *Journal of Environmental Management*, *325*, 116479. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116479

Yu, Z., Liu, S., Li, H., Liang, J., Liu, W., Piao, S., Tian, H., Zhou, G., Lu, C., You, W., Sun, P., Dong, Y., Sitch, S., & Agathokleous, E. (2024). Maximizing carbon sequestration potential in Chinese forests through optimal management. *Nature Communications*, *15*(1), 3154. https://doi.org/10.1038/s41467-024-47143-5

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Agradecimiento:

N/A

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.