¿Desmonte o silvicultura? Deforestación y abastecimiento formal de la forestoindustria chaqueña (2010-2024)[1]

Artículo recibido: 31 de agosto de 2026

Artículo aceptado: 15 de octubre de 2026

Publicado: 18 de noviembre de 2026

María Noelia Ordenavía

Universidad de la Cuenca del Plata, Resistencia – Chaco (Argentina)

mnordenavia@gmail.com

ORCID: 0000-0002-5585-8464

Resumen

Este artículo analiza la asociación entre la deforestación anual y la composición del abastecimiento formal de madera para la forestoindustria chaqueña durante 2010 - 2024. Mediante un diseño no experimental, longitudinal y descriptivo-correlacional, integra datos satelitales de superficie deforestada y registros administrativos de toneladas movilizadas con guía forestal, clasificadas por origen administrativo en desmonte, silvicultura y otros permisos. La estrategia combina análisis gráfico y descriptivo, participaciones relativas, correlaciones de Pearson y Spearman, comparación de especificaciones temporales y pruebas de sensibilidad. Los resultados muestran que el volumen total movilizado permaneció relativamente estable, con un promedio cercano a 1.050.000 toneladas anuales, mientras cambió su composición.

Los volúmenes anuales de madera proveniente de desmonte y los obtenidos mediante silvicultura presentaron una asociación inversa (Pearson $r = -0{,}785$). Además, la deforestación del año t se asoció positivamente con el índice de sustitución entre t y $t+1$ (Pearson $r = 0{,}826$), que expresa un aumento posterior de la participación de la madera

[1] **Nota de la autora**. Este artículo presenta una versión revisada y abreviada de los resultados centrales de la tesis Deforestación y composición del abastecimiento formal de madera en la forestoindustria chaqueña (2010–2024): evidencia descriptivo-correlacional a partir de registros administrativos de movilización forestal, elaborada en el marco de la Maestría en Gobierno y Economía Política de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM) y la entonces Escuela de Gobierno del Chaco, actualmente integrada al Centro de Formación y Capacitación en Administración Pública del Chaco (CEFCA).

de desmonte y una disminución de la participación de la silvicultura en el abastecimiento formal.

El patrón se mantuvo al excluir observaciones potencialmente influyentes, sin que ello permita inferir causalidad. Los descensos de la deforestación no estuvieron acompañados por desabastecimiento, lo que permite discutir el origen de la materia prima como un problema ambiental, productivo, laboral y de economía política.

Palabras clave: deforestación; silvicultura; abastecimiento forestal; forestoindustria; economía política.

Forest Clearing or Silviculture? Deforestation and Formal Timber Supply to Chaco's Forest-Based Industry (2010 - 2024)

Abstract

This article examines the association between annual deforestation and the composition of the formal timber supply to Chaco's forest-based industry from 2010 to 2024. Using a non-experimental, longitudinal, descriptive-correlational design, it combines satellite data on deforested area with administrative records of tonnes transported under forest transport permits, classified by administrative origin as forest clearing, silviculture, and other permits. The analytical strategy combines graphical and descriptive analysis, relative shares, Pearson and Spearman correlations, comparison of temporal specifications, and sensitivity tests. Results show that the total volume transported remained relatively stable, averaging approximately 1,050,000 tonnes per year, while its composition changed.

Timber volumes from forest clearing and from silviculture were inversely associated (Pearson $r = -0.785$). Deforestation in year t was positively associated with the substitution index between t and $t+1$ (Pearson $r = 0.826$), reflecting a higher subsequent share of clearing-based timber and a lower share of silviculture in the formal timber supply.

The pattern remained stable after potentially influential observations were excluded, although this does not support causal inference. Declines in deforestation were not

accompanied by timber shortages, allowing the origin of raw material to be discussed as an environmental, production, employment, and political-economy issue.

Keywords: deforestation; silviculture; formal timber supply; forest-based industry; political economy.

1. INTRODUCCIÓN

En la provincia del Chaco, la pérdida de bosque nativo coexiste con una forestoindustria instalada, históricamente relevante por su actividad económica, su generación de ingresos, empleo y su inserción territorial (Ordenavía, 2024; Pérez et al., 2020). Mientras la deforestación se vincula principalmente con la expansión de la frontera agropecuaria y la conversión del bosque a otros usos del suelo (Mónaco et al., 2020, pp. 31–32), la industria continúa requiriendo madera para sostener sus distintos procesos productivos. Entre 2010 y 2024, esa demanda de materia prima —aproximada en este trabajo mediante el volumen formal movilizado con origen predial— se mantuvo relativamente estable en su orden de magnitud, con un promedio cercano a 1.050.000 toneladas anuales. Esta persistencia vuelve especialmente relevante observar no solo cuánto consume la industria, sino también de dónde proviene la madera con la que se abastece.

Para comprender la importancia de esta pregunta es necesario distinguir entre extracción forestal y deforestación. Desde el punto de vista técnico de las ciencias forestales, no toda extracción de madera constituye una práctica silvícola. Peri et al. sostienen que "la silvicultura es una ciencia que trata del cuidado de los bosques e involucra las técnicas o herramientas ... para ... una producción prolongada y sostenible" (2021, p. 144). El *Manual para el manejo forestal sustentable de los bosques nativos de la Provincia del Chaco* proporciona una estimación cuantitativa de esa capacidad. A partir de una producción registrada de 1,34 millones de toneladas en 2005 y considerando los flujos no registrados y un rendimiento del 50 % en la transformación de la madera en pie en materia prima comercializable, estima un volumen anual de corta cercano a 4 millones de toneladas, equivalentes, en términos aproximados, a 4 millones de m³ de madera en

pie[2]. Bajo un escenario que contempla la disminución de la superficie boscosa provincial de 4,9 a 3,6 millones de hectáreas y limita la cosecha al 80 % del incremento anual, calcula una tasa de cosecha sustentable de aproximadamente 5,7 millones de m³ anuales mediante manejo forestal (Grulke et al., 2007, pp. 17–22). El inventario forestal provincial de 2011 estimó posteriormente una superficie de 4.834.696 hectáreas de bosque nativo y calculó para los distintos tipos de bosque el volumen de cosecha disponible en toneladas por hectárea (Cinto et al., 2012, pp. 3–4, 86–87). Estos antecedentes técnicos respaldan, en términos agregados, que el abastecimiento industrial puede sostenerse mediante el aprovechamiento silvícola del bosque en pie y no requiere necesariamente madera generada por su eliminación. El presente artículo no se propone revisar ni reestimar esa capacidad productiva, sino que adopta la evidencia técnica disponible como punto de partida para analizar empíricamente qué ocurre con la composición del abastecimiento formal cuando varía la deforestación anual. La corta de madera, por lo tanto, no implica necesariamente la destrucción del bosque: bajo criterios silvícolas apropiados, puede integrarse a una modalidad de aprovechamiento compatible con la conservación de la cobertura boscosa y su continuidad productiva. A los fines de este artículo, el término desmonte se utiliza en sentido material para referir a la pérdida de cobertura forestal, con independencia de que esta se haya producido con o sin autorización administrativa. El desmonte supone la eliminación del bosque para habilitar otro uso del suelo y genera, como resultado de ese proceso, madera que puede incorporarse al abastecimiento industrial. La distinción entre este fenómeno material y las categorías administrativas empleadas para registrar el origen de la madera se desarrolla más adelante.

Por ello, no resulta ambiental, social ni económicamente indiferente que una demanda relativamente estable de la forestoindustria sea satisfecha mediante madera proveniente de la silvicultura o del desmonte. La diferencia no se limita al origen administrativo registrado en las guías forestales: ambas modalidades expresan relaciones distintas con la permanencia del bosque y pueden sostener diferentes formas de organización del trabajo, participación de actores y distribución de oportunidades

[2] El Manual señala que la unidad forestal de volumen es el metro cúbico y que la estadística comercial utiliza toneladas. Para vincular ambas medidas aplica, en términos aproximados, la equivalencia 1 t = 1 m³, aunque advierte que esa relación varía según la especie y la humedad de la madera. La equivalencia se reproduce aquí únicamente para presentar el cálculo efectuado por la fuente; las series analizadas en este artículo permanecen expresadas en toneladas movilizadas mediante guía forestal.

económicas dentro de una cadena caracterizada por su heterogeneidad y por las marcadas desigualdades existentes entre sus eslabones (Cuadra, 2012, 2018; Pérez et al., 2020). El artículo no busca explicar por qué se produce el desmonte ni atribuir esa decisión a la demanda forestoindustrial, sino examinar qué ocurre después: si la madera generada por la pérdida de cobertura amplía el volumen total movilizado o reconfigura la participación relativa del desmonte y la silvicultura dentro del abastecimiento formal. La composición del abastecimiento constituye, en consecuencia, una dimensión específica de un problema socioambiental y de economía política más amplio.

2. DEFORESTACIÓN Y ECONOMÍA POLÍTICA DEL ABASTECIMIENTO FORESTAL

2.1. Deforestación y expansión de la frontera agropecuaria en el Chaco

La deforestación en la provincia del Chaco se inscribe en un proceso histórico de expansión de la frontera agropecuaria. Durante buena parte del siglo XX, el avance del cultivo del algodón subordinó progresivamente la conservación del bosque a la dinámica productiva provincial. Desde fines de la década de 1990, un nuevo ciclo de expansión agrícola, impulsado principalmente por la soja y otras oleaginosas, extendió la conversión de tierras hacia el Parque Chaqueño. Las transformaciones tecnológicas, las condiciones de rentabilidad de la agricultura y la demanda de productos agropecuarios favorecieron este desplazamiento de la frontera productiva sobre superficies previamente cubiertas por bosque nativo (Cuadra, 2012; Cuadra et al., 2019; Mónaco et al., 2020, p. 32).

Estos antecedentes sitúan la expansión de la frontera agropecuaria como contexto estructural de la pérdida de bosque nativo en la región y permiten distinguir ese proceso de la extracción de madera considerada aisladamente. A los fines de este artículo, esta caracterización se adopta como marco contextual respaldado por evidencia secundaria y no como una hipótesis causal que el análisis se proponga demostrar. El desmonte elimina la cobertura forestal para habilitar otra actividad productiva y genera, al mismo tiempo, un volumen de madera que puede incorporarse al abastecimiento de la forestoindustria instalada. Que la industria utilice esa madera no permite concluir, por sí solo, que su demanda haya motivado la decisión de desmontar. El punto de partida del trabajo es más acotado: una vez producida la pérdida de cobertura forestal, la madera

resultante adquiere disponibilidad económica y puede modificar la composición del abastecimiento formal. En consecuencia, el objeto específico es observar cómo las variaciones de la deforestación se relacionan con la participación posterior del desmonte y la silvicultura en el abastecimiento.

Este recorte no supone considerar la deforestación como un resultado exclusivamente económico o tecnológico. La expansión de actividades productivas sobre áreas que las políticas buscan proteger configura una disputa por los recursos naturales, un escenario estructural-económico en el que actores con intereses contrapuestos procuran incidir sobre la regulación ambiental (Figueroa, 2021). En el Chaco, las controversias alrededor del OTBN involucran a grandes productores, organizaciones socioambientales y agencias estatales que no siempre sostienen una posición unívoca, y ponen en juego presiones productivas, capacidades estatales e incidencia diferencial sobre las decisiones públicas (Abdulhadi et al., 2024; Blum et al., 2022; Fernández-Milmanda & Garay, 2019, 2020; Figueroa & Gutiérrez, 2018; Gevaerd, 2024). El artículo no reconstruye esas coaliciones o estrategias, sino que orienta esa mirada hacia una dimensión menos atendida por esta literatura: la configuración del abastecimiento de madera.

2.2. Economía política del abastecimiento: actores, condiciones de acceso e incentivos

El abastecimiento forestal no constituye solamente un problema técnico de disponibilidad de madera. Desde la economía política forestal, las decisiones sobre producción, conservación, industrialización y comercialización se desarrollan dentro de estructuras políticas, sociales e institucionales que condicionan la asignación de los recursos y sus consecuencias distributivas (Zhang, 2013). En el caso analizado, la configuración del abastecimiento depende de la articulación entre la estructura productiva forestoindustrial, las modalidades de obtención de la materia prima y las reglas mediante las cuales el Estado autoriza, registra y controla su incorporación al circuito formal. Analizar su economía política supone, por lo tanto, observar qué actores intervienen, en qué condiciones acceden a la madera y cómo se distribuyen los costos, beneficios y oportunidades asociados con los distintos modelos de aprovechamiento.

La forestoindustria chaqueña presenta una estructura heterogénea, integrada por actores con diferentes escalas, capacidades económicas y posiciones dentro de la cadena. En el eslabón primario participan propietarios de bosques, productores forestales, contratistas, trabajadores, acopiadores y transportistas. En la transformación industrial conviven procesos mecánicos —como el aserrío, la carpintería y la fabricación de muebles y aberturas— y procesos termoquímicos destinados, entre otros productos, a la obtención de tanino, furfural y carbón vegetal. Mientras la transformación mecánica se desarrolla principalmente en pequeñas y medianas unidades con distintos niveles de tecnificación y formalidad, el segmento termoquímico incluye grandes establecimientos que requieren volúmenes elevados y continuos de materia prima (Cuadra, 2011, 2012, 2018; Pérez et al., 2020; Ordenavía, 2024).

Las modalidades de abastecimiento no generan madera en iguales condiciones de volumen, concentración y temporalidad. Conforme a su definición técnica y al diseño administrativo de los permisos de aprovechamiento sostenible, la silvicultura limita la extracción a una tasa compatible con la conservación y regeneración del bosque remanente y obtiene menos madera por hectárea. Para reunir un determinado volumen es necesario articular aprovechamientos realizados en distintas superficies y durante períodos más prolongados. El desmonte, en cambio, elimina la cobertura forestal y concentra en una misma superficie una cantidad considerable de madera, disponible en un período relativamente breve. Esta oferta permite alcanzar en menos tiempo los volúmenes requeridos por los establecimientos industriales de mayor escala y reduce los costos logísticos de aprovisionamiento (Ordenavía, 2024).

El mayor volumen obtenido mediante el desmonte no supone, sin embargo, un mejor rendimiento para todos los destinos industriales. El volteo mediante topadoras y cadenas rompe las fibras y reduce la proporción de madera aprovechable para aserrío, mientras que la extracción silvícola, al seleccionar los ejemplares y realizar la corta con motosierra, preserva mejor la integridad de las piezas. Las industrias de transformación mecánica ocupan, por ello, una posición compleja. Aunque la disponibilidad de materia prima a menor precio podría representar una ventaja inmediata, esa ventaja puede reducirse al considerar la calidad física y el rendimiento industrial de la madera, así como

la necesidad de contar con un recurso forestal persistente y con circuitos capaces de proporcionar piezas aptas para su transformación (Ordenavía, 2024).

La incorporación simultánea de grandes cantidades de madera procedente de desmontes genera sobreoferta y presiona a la baja el precio de la materia prima. Esta situación favorece especialmente a las industrias con capacidad económica, tecnológica y logística para adquirir, acopiar y procesar grandes volúmenes, entre ellas los establecimientos termoquímicos de mayor escala. Para los aprovechamientos silvícolas, en cambio, competir con una oferta abundante y concentrada puede reducir los incentivos económicos para sostener una modalidad que limita el volumen extraído y procura conservar la capacidad productiva del bosque. La silvicultura presenta, además, una intensidad laboral considerablemente mayor: la corta selectiva con motosierra requiere la intervención de numerosos trabajadores, mientras que el desmonte mecanizado permite remover grandes superficies con pocos operarios. Una pérdida de participación de la silvicultura puede afectar, por lo tanto, a los productores forestales, la generación de empleo y los actores cuya actividad depende de la continuidad y regeneración del recurso (Cuadra, 2012, 2018; Ordenavía, 2024).

El Estado interviene directamente en la configuración de estas condiciones. Mediante el ordenamiento territorial, la autorización de permisos, los mecanismos de regularización, los tiempos administrativos, los controles y el sistema de guías forestales, establece las vías por las cuales la madera se incorpora al circuito formal registrado. Estas decisiones forman parte de la asignación política de los recursos forestales y no operan sobre una estructura económica neutral: las políticas producen efectos distributivos porque sus costos y beneficios afectan de manera diferente a los actores involucrados (Zhang, 2013; Novas et al., 2022). En una cadena heterogénea, las reglas estatales pueden modificar el acceso a la materia prima y generar consecuencias distintas para actores con capacidades desiguales para tramitar permisos, organizar la extracción y sostener económicamente sus actividades (Ordenavía, 2024).

Estas diferencias económicas poseen una dimensión ambiental ineludible. La madera de desmonte se genera como resultado de la eliminación del bosque y del cambio de uso del suelo. El aprovechamiento silvícola, aunque interviene sobre el recurso, conserva la cobertura remanente y su capacidad de regeneración. Cuando la

disponibilidad abundante y concentrada de madera de desmonte reduce los incentivos económicos para la silvicultura, también puede debilitar las condiciones materiales para sostener un modelo de aprovechamiento compatible con la permanencia del bosque (Grulke et al., 2007; Mónaco et al., 2020; Peri et al., 2021).

En este marco, el desmonte y la silvicultura no representan únicamente dos formas de obtener madera. Constituyen modelos de abastecimiento que compiten dentro del circuito formal en condiciones económicas desiguales y que producen distintos efectos sobre la permanencia del bosque, la calidad y concentración de la materia prima, los costos de aprovisionamiento y la distribución de oportunidades y beneficios entre los actores de la cadena. Esta distinción analítica se refiere a las modalidades de abastecimiento y no presupone que cada una sea desarrollada por conjuntos diferentes o mutuamente excluyentes de actores. Si la demanda industrial permanece relativamente estable, las variaciones en la disponibilidad de madera procedente del desmonte pueden modificar la participación relativa de la silvicultura en el abastecimiento formal registrado. Esta proposición no afirma de antemano una relación causal demostrada, sino que identifica el mecanismo económico que vuelve pertinente examinar empíricamente si las variaciones observadas son compatibles con una sustitución relativa entre ambos orígenes.

3. DATOS Y ESTRATEGIA ANALÍTICA

3.1. Diseño, unidad de análisis y fuentes

La investigación adopta un diseño no experimental y longitudinal de tendencia, con alcance descriptivo-correlacional. La unidad de análisis es el año calendario y el período estudiado comprende 2010-2024. El propósito es describir la evolución de la deforestación y de la composición del abastecimiento formal de madera para la forestoindustria chaqueña y estimar las asociaciones entre ambas dimensiones, sin atribuir relaciones causales estrictas.

El inicio del período responde a la consolidación de la arquitectura provincial de implementación de la Ley Nacional 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos. En el Chaco, este proceso se concretó mediante la

sanción, en 2009, de la Ley Provincial 1762-R —antes Ley 6409— de Ordenamiento Territorial de los Bosques Nativos y su reglamentación por el Decreto 932/10. A partir de 2010 se dispone, por lo tanto, de un período institucional más homogéneo para comparar la movilización formal de productos forestales según el origen administrativo de la madera.

El recorte también responde a la disponibilidad simultánea de dos series anuales completas y consistentes. La primera registra la superficie anual deforestada, expresada en hectáreas y obtenida mediante el monitoreo satelital del Departamento de Geoinformación de los Recursos Forestales de la Subsecretaría de Desarrollo Forestal. La segunda reúne los productos forestales movilizados con guía, expresados en toneladas y clasificados según el tipo de permiso que originó la extracción. Estos registros integran el Sistema de Información de Custodia de la Madera, administrado por la Dirección de Bosques de la provincia.

Las fuentes registran fenómenos de distinta naturaleza. La deforestación obtenida mediante teledetección constituye una medición física de la pérdida de cobertura forestal, mientras que las toneladas movilizadas con guía representan un registro administrativo de la circulación formal registrada de productos forestales. El análisis no pretende, por ello, reconstruir la totalidad de los flujos reales de madera, sino examinar la relación entre la deforestación observada y la composición del abastecimiento formal registrado.

La información disponible determina un número acotado de observaciones: quince para las series de 2010-2024 y catorce para las relaciones que incorporan variaciones interanuales entre el año t y el año t+1. Esta restricción delimita el alcance de las inferencias y fundamenta la utilización complementaria de evidencia gráfica, estadística descriptiva, distintas medidas de asociación y pruebas de sensibilidad.

3.2. Construcción de variables e indicadores

Para reconstruir la composición del abastecimiento formal, las toneladas movilizadas con guía forestal se agruparon en categorías mutuamente excluyentes según el origen administrativo del permiso: aprovechamiento sostenible o silvicultura (*tn_silvicultura*), Cambio de Uso del Suelo —CUS— (*tn_cus*), autorizaciones especiales

(*tn_autorizacion_especial*) y otros permisos (*tn_otros_permisos*). La categoría silvicultura identifica toneladas movilizadas con guía forestal correspondientes a permisos de aprovechamiento sostenible.[3] Las autorizaciones especiales corresponden a madera proveniente de desmontes realizados sin autorización previa, cuya extracción y movilización se habilitan con posterioridad. No constituyen, por lo tanto, una modalidad diferente de aprovechamiento del bosque, sino una vía administrativa para incorporar al circuito formal madera originada en desmontes ilegales (Ordenavía, 2024). Esta caracterización coincide con la evidencia posterior de Mastrangelo et al. (2026), que identifica las autorizaciones especiales como uno de los mecanismos mediante los cuales la madera procedente de desmontes ilegales ingresa al circuito formal. Por esta razón, las toneladas correspondientes a CUS y autorizaciones especiales se integraron en la categoría desmonte (*tn_desmonte*):

$$tn_desmonte = tn_cus + tn_autorizacion_especial.$$

El total industrial formal (*tn_industria_total*) se construyó a partir de la primera movilización asociada a permisos con origen predial e incluye silvicultura, desmonte y la categoría residual otros permisos:

$$tn_industria_total = tn_silvicultura + tn_desmonte + tn_otros_permisos.$$

Se excluyó el rubro "Sin Determinar/sin especificar" porque registra movimientos asociados con acopios y redespachos, y no un nuevo origen de extracción. Su inclusión habría implicado contabilizar nuevamente madera ya incorporada al circuito formal. Esta exclusión se aplicó en todos los años y en el cálculo de todas las variables e indicadores.

La utilización del total como aproximación al abastecimiento industrial se sustenta también en la prohibición provincial de extraer del territorio chaqueño madera nativa sin industrialización, establecida por la Ley Provincial 2512-I —antes Ley 7887—. Por ello, el total anual movilizado con guía y origen predial se emplea como indicador del abastecimiento formal orientado a la forestoindustria provincial. Esto no supone un

[3] Como la fuente registra el origen administrativo del permiso y no la ejecución material de cada intervención, esta clasificación no permite determinar el grado de cumplimiento efectivo de los planes en el terreno; esa evaluación no forma parte del diseño del estudio.

cumplimiento perfecto de la normativa, no descarta la existencia de flujos no registrados ni equivale a medir el consumo industrial efectivo.

Para analizar la composición se calculó la participación relativa de cada origen sobre el total industrial formal. Las participaciones de desmonte (*share_desmonte*), silvicultura (*share_silvicultura*) y otros permisos (*share_otros*) resultan de dividir las toneladas de cada categoría por *tn_industria_total*. En conjunto suman uno y permiten observar cómo se distribuye el abastecimiento entre sus distintos orígenes, independientemente de las variaciones del volumen total.

A partir de estas participaciones se calcularon las variaciones interanuales entre el año *t* y el año *t+1*:

$$\Delta share_desmonte(t \rightarrow t+1) = share_desmonte(t+1) - share_desmonte(t);$$

$$\Delta share_silvicultura(t \rightarrow t+1) = share_silvicultura(t+1) - share_silvicultura(t).$$

Finalmente, se construyó un índice sintético de sustitución (*dS_t_t1*), definido como la diferencia entre ambas variaciones:

$$dS_t_t1 = \Delta share_desmonte(t \rightarrow t+1) - \Delta share_silvicultura(t \rightarrow t+1).$$

Los valores positivos indican un desplazamiento relativo hacia el desmonte, por el aumento de su participación, la disminución de la silvicultura o una combinación de ambos movimientos. Los valores negativos expresan un desplazamiento hacia la silvicultura y los cercanos a cero, estabilidad relativa o cambios compensados. El índice no mide el cambio composicional completo ni las variaciones absolutas de los volúmenes, sino la dirección de la sustitución bilateral entre desmonte y silvicultura. Por ello, "otros permisos" se conserva en el análisis de la composición general, aunque no integra directamente su cálculo.

3.3. Estrategia analítica y alcances

La estrategia analítica combina evidencia gráfica, estadística descriptiva, análisis de la composición del abastecimiento y estimación de asociaciones entre las series anuales. En una primera etapa se describen la evolución de la deforestación y del total

industrial formal mediante gráficos y medidas de tendencia central y dispersión. Luego se examina la distribución anual del abastecimiento entre desmonte, silvicultura y otros permisos, tanto en toneladas como mediante sus participaciones relativas.

Las asociaciones se analizan en dos niveles. Primero se estima la relación entre las toneladas anuales de madera de desmonte y las provenientes de silvicultura, para observar qué tipo de relación presentan ambos orígenes dentro del abastecimiento formal. Después se examina el vínculo central del estudio: la asociación entre la deforestación del año t y los cambios en las participaciones relativas del desmonte y la silvicultura entre t y $t+1$. Para ello se consideran por separado las variaciones interanuales de ambas participaciones y el índice sintético de sustitución que resume su reacomodamiento relativo.

La elección del rezago anual $t \rightarrow t+1$ responde a la dinámica operativa de los permisos forestales y de la movilización mediante guía. Las disposiciones que autorizan los permisos tienen, por regla general, una vigencia de un año y admiten prórrogas, por lo que la extracción, el despacho y la registración de la madera generada a partir de condiciones territoriales observadas en un año pueden extenderse al siguiente. La especificación principal relaciona, por ello, la deforestación del año t con los cambios en la composición entre t y $t+1$. Su pertinencia se evalúa comparándola con las asociaciones contemporáneas y con el cambio composicional producido entre $t-1$ y t.

Las asociaciones se estiman mediante los coeficientes de correlación de Pearson (r) y Spearman (ρ), acompañados por sus valores de significación y el número de observaciones. Pearson mide la intensidad y dirección de una asociación lineal, mientras que Spearman evalúa la relación monotónica a partir del orden de los valores y resulta menos sensible a la falta de normalidad y a las observaciones extremas. Su consideración conjunta permite evaluar si la dirección y magnitud de los patrones se mantienen bajo medidas con supuestos diferentes.

Debido al número acotado de observaciones, la interpretación no se apoya exclusivamente en la significación estadística, sino que considera también la dirección, magnitud y consistencia de las asociaciones, su representación gráfica y su estabilidad bajo especificaciones alternativas. Las pruebas de sensibilidad incluyen, primero, la

repetición de las estimaciones excluyendo de manera individual y combinada años potencialmente influyentes, identificados por presentar valores extremos en la deforestación o en el índice dinámico. En segundo lugar, se aplica un procedimiento *leave-one-out*, que elimina sucesivamente cada observación y recalcula las correlaciones para comprobar si el signo y la magnitud del resultado central dependen de un año particular.

El uso de participaciones y variaciones interanuales disminuye la dependencia de posibles tendencias compartidas en los niveles, mientras que la comparación de rezagos y las pruebas de sensibilidad permiten evaluar la estabilidad del patrón. Estas decisiones no eliminan, sin embargo, las limitaciones derivadas del tamaño muestral, la naturaleza composicional de las variables ni la diferencia entre una medición física de la deforestación y un registro administrativo de la movilización de madera. Los resultados se interpretan, por lo tanto, como asociaciones descriptivo-correlacionales dentro del abastecimiento formal registrado: no demuestran por sí mismos un mecanismo causal ni representan la totalidad de la madera efectivamente extraída, movilizada o consumida.

4. RESULTADOS

Los resultados se organizan siguiendo la secuencia analítica: evolución de las series y composición del abastecimiento, asociaciones entre los orígenes, comparación temporal y pruebas de sensibilidad. En todos los casos se interpretan en términos de asociación y no de causalidad.

4.1. Evolución de la deforestación y del abastecimiento formal

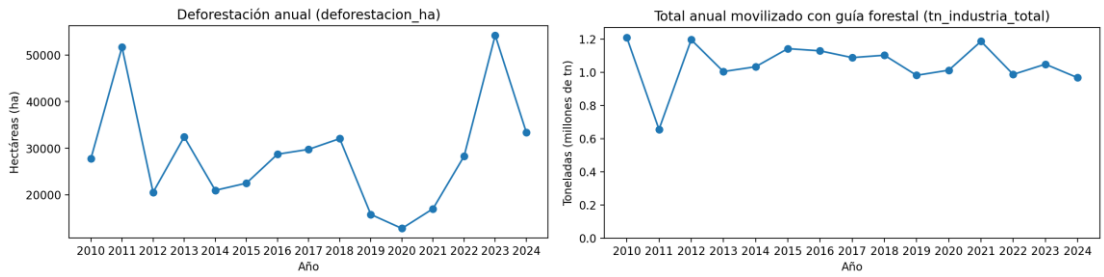
La superficie anual deforestada presenta una trayectoria marcadamente oscilante durante 2010–2024. La serie registra picos en 2011 y 2023 y una disminución pronunciada entre 2019 y 2021, especialmente en 2020. No se observa, por lo tanto, una tendencia lineal, sino períodos sucesivos de aumento y reducción de la pérdida de cobertura forestal.

El total industrial formal mantiene, en cambio, una relativa estabilidad en su orden de magnitud. El promedio anual fue de 1.049.612 toneladas, con un mínimo de 656.181, un máximo de 1.209.308 y un coeficiente de variación de 0,129. El mínimo

constituye una observación particularmente baja; si se la excluye, la serie se mantiene entre 967.319 y 1.209.308 toneladas anuales.

Las oscilaciones del total resultan considerablemente menores que las registradas por la deforestación. Esto permite anticipar que el principal ajuste del abastecimiento no se produce necesariamente mediante su expansión o contracción, sino a través de cambios en la participación de los distintos orígenes de la madera, examinados en el apartado siguiente.

Figura 1. Evolución anual de la deforestación y del total industrial formal en la provincia del Chaco, 2010–2024. A) Superficie anual deforestada, en hectáreas. B) Toneladas anuales movilizadas con guía forestal y origen predial, excluido el rubro "Sin Determinar/sin especificar".



Fuente: Elaboración propia sobre la base del monitoreo satelital del Departamento de Geoinformación de los Recursos Forestales y de los registros del SICMA.

4.2. Composición del abastecimiento formal

La relativa estabilidad del volumen total oculta cambios importantes en la composición del abastecimiento. Durante 2010-2024, la participación promedio anual de la silvicultura fue del 47,6%, la del desmonte del 45,7% y la de otros permisos del 6,7%. En términos agregados, la silvicultura y el desmonte aportaron proporciones similares, aunque su participación varió considerablemente entre años.

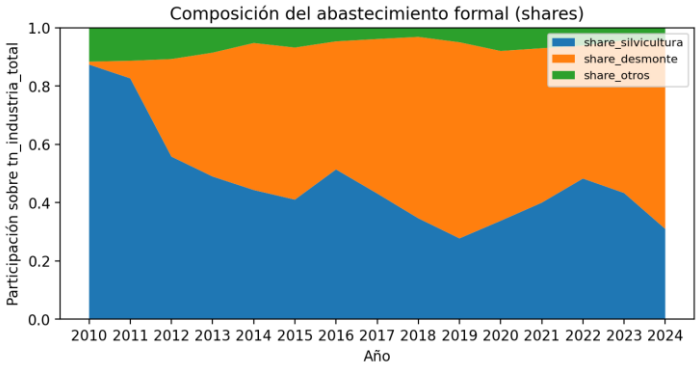
Al comienzo del período, la silvicultura constituía el origen predominante: representó el 87,4% del abastecimiento formal en 2010 y el 82,6% en 2011, mientras que la madera de desmonte aportó el 1% y el 6%, respectivamente. A partir de 2012, la participación del desmonte aumentó y desde 2014 superó a la silvicultura en la mayoría de los años, con las excepciones de 2016 y 2022. Su participación más elevada se registró

en 2019, cuando alcanzó el 67,3% del total, frente al 27,7% de la silvicultura. En 2024, el desmonte representó el 64,6% del abastecimiento y la silvicultura, el 31%.

Otros permisos mantuvieron una participación más acotada, con un promedio anual del 6,7% y valores entre el 3,1% y el 11,6%. Su presencia confirma que el abastecimiento formal no se compone exclusivamente de desmonte y silvicultura, aunque las principales variaciones se produjeron entre estos dos orígenes.

En conjunto, las participaciones muestran que un volumen total relativamente estable puede sostenerse mediante combinaciones muy diferentes de madera de desmonte y de silvicultura. La relación entre ambos componentes se examina a continuación.

Figura 2. Composición del abastecimiento formal de madera por origen administrativo en la provincia del Chaco, 2010–2024. Participación anual de la silvicultura, el desmonte y otros permisos sobre el total industrial formal.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de los registros del SICMA.

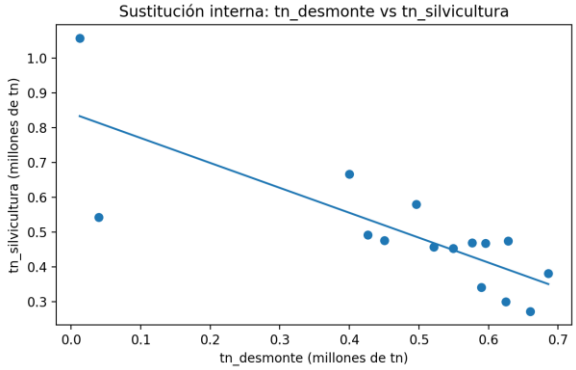
4.3. Sustitución interna del abastecimiento

La comparación de los volúmenes anuales muestra una asociación fuerte y negativa entre la madera proveniente de desmonte y la obtenida mediante silvicultura. Para el período 2010–2024, el coeficiente de Pearson fue de $r = -0{,}785$ ($p \approx 0{,}00052$) y el de Spearman de $\rho = -0{,}825$ ($p \approx 0{,}00015$), con 15 observaciones. La coincidencia en el signo y la magnitud de ambos coeficientes indica que el patrón se mantiene tanto al considerar la relación lineal entre los volúmenes como su orden relativo entre años.

Los años con mayores volúmenes formales de madera de desmonte tienden a coincidir con menores volúmenes de silvicultura, y viceversa. Considerada junto con la

estabilidad relativa del total industrial formal y la participación acotada de otros permisos, esta asociación es compatible con una sustitución interna entre ambos orígenes. No implica que cada tonelada adicional de desmonte reemplace exactamente una tonelada de silvicultura ni demuestra el mecanismo causal de la relación; identifica una regularidad dentro del abastecimiento formal: cuando uno de los dos orígenes aumenta su aporte, el otro tiende a reducirlo.

Figura 3. Asociación entre los volúmenes anuales de madera de desmonte y de silvicultura en la provincia del Chaco, 2010–2024. Cada punto representa un año; los volúmenes se expresan en millones de toneladas.



Fuente: Elaboración propia sobre la base de los registros del SICMA.

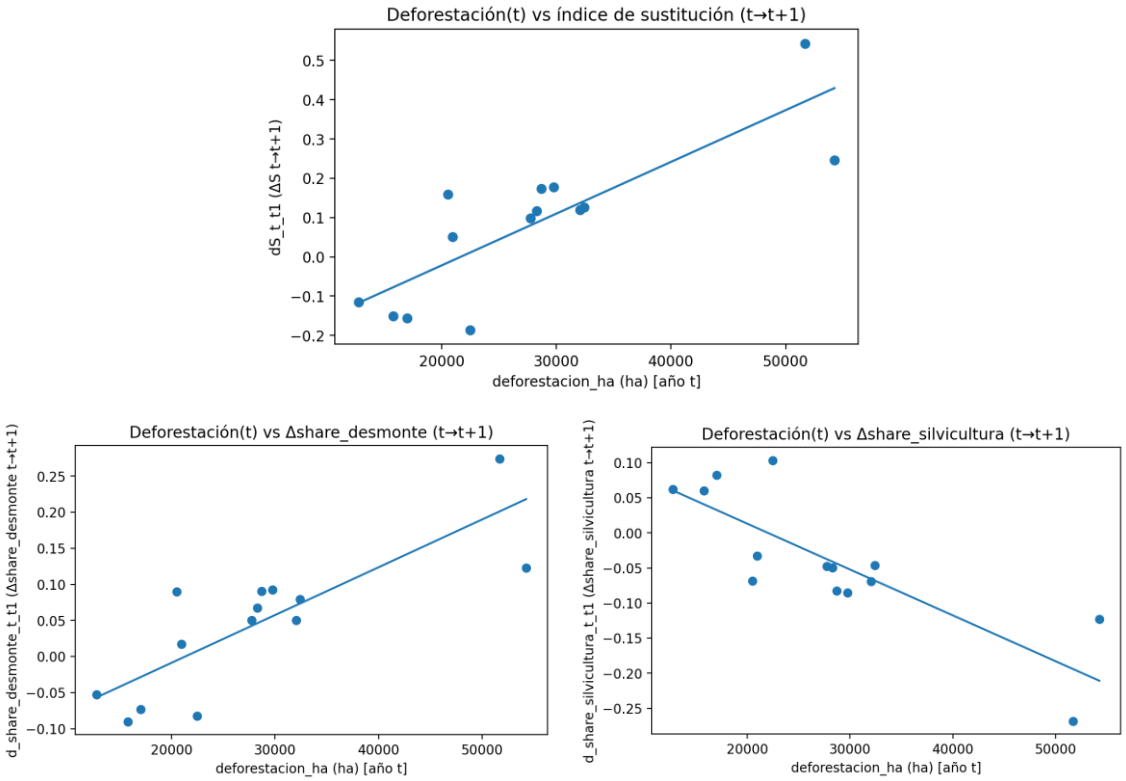
4.4. Deforestación y reacomodamiento posterior del abastecimiento

El resultado central surge al relacionar la superficie deforestada en el año *t* con el cambio en la composición del abastecimiento formal entre *t* y *t+1*. Se dispone de 14 observaciones correspondientes a 2010-2023, porque el último año de la serie no cuenta con un período posterior.

La deforestación presenta una asociación positiva elevada con el índice sintético de sustitución (*dS_t_t1*): Pearson $r = 0{,}826$ ($p \approx 0{,}00027$) y Spearman $\rho = 0{,}776$ ($p \approx 0{,}00111$). La desagregación del índice muestra los dos movimientos que componen el reacomodamiento. La deforestación se asocia positivamente con el cambio posterior en la participación del desmonte —Pearson $r = 0{,}821$ ($p \approx 0{,}00032$) y Spearman $\rho = 0{,}785$ ($p \approx 0{,}00089$)— y negativamente con el cambio en la participación de la silvicultura —Pearson $r = -0{,}826$ ($p \approx 0{,}00027$) y Spearman $\rho = -0{,}767$ ($p \approx 0{,}00137$)—.

La consistencia de los signos indica que, cuando la deforestación es mayor en el año *t*, la madera de desmonte tiende a ganar participación en el abastecimiento formal entre *t* y *t+1*, mientras que la silvicultura tiende a perderla. El patrón es compatible con un reacomodamiento posterior entre ambos orígenes. Como los indicadores se construyen sobre participaciones de un mismo total, expresan cambios relativos en la composición y no variaciones absolutas equivalentes. La asociación temporal tampoco demuestra por sí misma una relación causal, sino un patrón consistente con el mecanismo de sustitución planteado.

Figura 4. Asociación entre la deforestación del año t y el cambio en la composición del abastecimiento formal entre t y t+1, provincia del Chaco, 2010–2023. A) Índice sintético de sustitución. B) Variación en la participación del desmonte. C) Variación en la participación de la silvicultura. Cada punto representa un año.

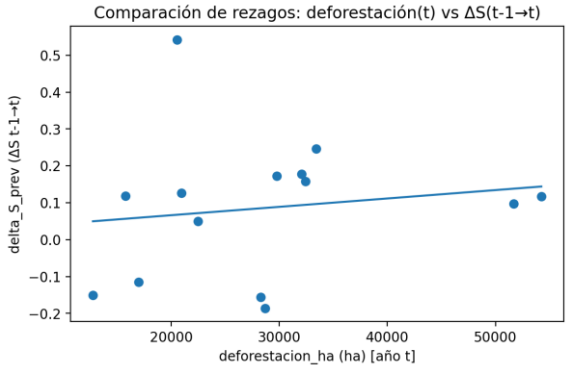


Fuente: Elaboración propia sobre la base del monitoreo satelital del Departamento de Geoinformación de los Recursos Forestales y de los registros del SICMA.

4.5. Comparación de especificaciones temporales

La especificación principal se comparó con relaciones contemporáneas y con el cambio composicional ya producido entre *t−1* y *t*. La asociación entre la deforestación del año *t* y el índice correspondiente al cambio entre *t* y *t+1* fue elevada —Pearson r = 0,826 y Spearman ρ = 0,776—. En cambio, la relación con la variación entre *t−1* y *t* resultó débil y no concluyente: Pearson r = 0,144 ($p \approx 0{,}624$) y Spearman ρ = 0,253 ($p \approx 0{,}383$), con 14 observaciones (Figura 5).

Figura 5. Asociación entre la deforestación del año t y el índice de sustitución correspondiente al cambio composicional entre t−1 y t, provincia del Chaco, 2011–2024. Cada punto representa un año.



Fuente: Elaboración propia sobre la base del monitoreo satelital del Departamento de Geoinformación de los Recursos Forestales y de los registros del SICMA.

Tampoco fueron concluyentes las asociaciones entre la deforestación y las participaciones registradas en el mismo año. El coeficiente de Pearson fue de aproximadamente −0,345 para la participación del desmonte y de 0,390 para la silvicultura, con 15 observaciones.

La relación se manifiesta, por lo tanto, con mayor claridad cuando la deforestación del año *t* se vincula con el cambio en la composición entre *t* y *t+1*. Esto resulta consistente con la temporalidad operativa de la extracción, movilización y registración de la madera, que puede extenderse al período siguiente. Aunque no demuestra una secuencia causal, la especificación *t⟶t+1* representa mejor el patrón temporal observado que las alternativas comparadas.

4.6. Robustez y sensibilidad

Debido al número acotado de observaciones, se repitieron las estimaciones excluyendo 2011, 2015 y 2023, años potencialmente influyentes por presentar valores extremos en la deforestación, el índice de sustitución o ambas variables. Las exclusiones se realizaron de manera individual y conjunta.

Tabla 1. Asociación entre deforestación e índice de sustitución bajo distintas exclusiones.

Muestra	**N**	**Pearson *r* (*p*)**	**Spearman *ρ* (*p*)**
Muestra completa	14	0,826 (0,0003)	0,776 (0,0011)
Excluye 2011	13	0,736 (0,0042)	0,725 (0,0050)
Excluye 2015	13	0,852 (0,0002)	0,824 (0,0005)
Excluye 2023	13	0,889 (<0,0001)	0,725 (0,0050)
Excluye 2011, 2015 y 2023	11	0,827 (0,0017)	0,718 (0,0128)

Fuente: Elaboración propia sobre la base del monitoreo satelital del Departamento de Geoinformación de los Recursos Forestales y de los registros del SICMA.

En todas las exclusiones, la asociación entre la deforestación del año *t* y el índice correspondiente a $t \rightarrow t+1$ mantuvo signo positivo y una magnitud elevada. Incluso al retirar conjuntamente los tres años, los coeficientes permanecieron próximos a los de la muestra completa.

El procedimiento *leave-one-out* produjo coeficientes de Pearson entre 0,736 y 0,889 y de Spearman entre 0,725 y 0,874, sin cambios de signo. Los componentes del índice también conservaron las direcciones esperadas: positiva para el cambio en la participación del desmonte y negativa para el de la silvicultura.

Las pruebas indican que el patrón central no depende de una única observación ni desaparece al excluir los años más influyentes. Esta estabilidad no elimina las limitaciones del tamaño muestral ni transforma el diseño en causal, pero refuerza la consistencia descriptivo-correlacional de la asociación identificada.

5. DISCUSIÓN E IMPLICANCIAS

5.1. Economía política del reacomodamiento del abastecimiento

El principal hallazgo es que la relación entre deforestación y abastecimiento formal no se expresa fundamentalmente mediante variaciones del volumen total, sino a través de cambios en su composición. Durante el período analizado, el total mantuvo una relativa estabilidad mientras las participaciones del desmonte y la silvicultura variaron considerablemente. La forestoindustria no parece responder a las oscilaciones de la deforestación expandiendo o contrayendo su abastecimiento en igual proporción, sino reconfigurando los orígenes de la materia prima que incorpora al circuito formal.

Esto no constituye evidencia de que la demanda forestoindustrial sea la causa principal de la deforestación, vinculada en el Chaco fundamentalmente con la expansión agropecuaria y el cambio del uso del suelo (Cuadra, 2012, 2018; Mónaco et al., 2020). El vínculo identificado corresponde a otro momento del proceso: una vez realizado el desmonte, la madera adquiere disponibilidad económica e ingresa al abastecimiento de una industria ya instalada. Los resultados muestran que esa incorporación se asocia con una pérdida posterior de participación de la silvicultura.

El patrón resulta consistente con las condiciones económicas desarrolladas en el apartado 2.2. La oferta abundante y concentrada de grandes desmontes puede reducir los tiempos y costos de aprovisionamiento y favorecer a los actores con capacidad para adquirir, acopiar y procesar grandes cantidades. La silvicultura, en cambio, limita el volumen extraído y requiere articular aprovechamientos más dispersos. Aunque el análisis no mide precios, costos ni decisiones empresariales, el reacomodamiento es compatible con una competencia entre modalidades que difieren en el volumen, la concentración y la temporalidad de la madera disponible, diferencias que pueden incidir sobre los costos de aprovisionamiento (Cuadra, 2011, 2012, 2018; Pérez et al., 2020; Ordenavía, 2024).

La estabilidad del total puede ocultar, por lo tanto, cambios en la posición económica de productores forestales, trabajadores, contratistas e industrias con distintas escalas y requerimientos. El abastecimiento no responde únicamente a la disponibilidad física de madera, sino también a las condiciones de acceso y a la capacidad diferenciada

de los actores para operar con cada origen. Las reglas, autorizaciones, controles y condiciones de registración mediante las cuales el Estado organiza el circuito formal forman parte de esas condiciones, aunque los datos no permiten distinguir cuánto del reacomodamiento responde a disponibilidad material y cuánto a variaciones administrativas o de fiscalización (Ordenavía, 2024)[4].

El aporte del artículo consiste en identificar lo que ocurre después de la deforestación: la madera generada ingresa en una estructura productiva heterogénea y modifica las condiciones relativas de abastecimiento. La pérdida de cobertura se conecta así con una dimensión distributiva, porque sus variaciones se asocian también con cambios en las oportunidades de las modalidades de aprovechamiento y los actores de la cadena forestal.

5.2. Implicancias ambientales, productivas y sociolaborales

La primera implicancia del reacomodamiento es ambiental. El desmonte y la silvicultura no son solo categorías administrativas, sino modalidades que mantienen relaciones opuestas con la continuidad del bosque. La madera de desmonte se genera como resultado de la eliminación de la cobertura y el cambio de uso del suelo, mientras que la silvicultura extrae una proporción del recurso conservando el bosque remanente y su capacidad de regeneración. Por ello, el aumento relativo del desmonte y la pérdida de participación de la silvicultura no constituyen un cambio neutral. Al eliminar el bosque, el desmonte reduce la superficie que puede ser aprovechada mediante silvicultura. Sin atribuir al abastecimiento industrial la causa de la deforestación, la oferta de madera generada por el desmonte puede debilitar los incentivos para sostener una modalidad dependiente de la permanencia del recurso. El efecto ambiental del desmonte se proyecta así más allá de la superficie inmediatamente perdida (Mónaco et al., 2020; Peri et al., 2021).

[4] Los primeros años de la serie muestran que una elevada deforestación puede coexistir con una baja participación contemporánea de la madera de desmonte en el abastecimiento formal. Este patrón no permite identificar por sí solo el mecanismo que explica esa diferencia: resulta compatible tanto con el rezago operativo entre la deforestación y la movilización de la madera como con variaciones en las condiciones administrativas de autorización, regularización y registración. Las fuentes utilizadas no contienen series independientes sobre permisos solicitados y otorgados, fechas de aprobación, volúmenes autorizados ni variaciones en la fiscalización que permitan distinguir empíricamente entre estas explicaciones.

Los efectos productivos tampoco se distribuyen de manera uniforme. Los grandes volúmenes concentrados de madera de desmonte favorecen especialmente a las industrias con capacidad económica y logística para adquirirlos, acopiarlos y procesarlos, y resultan funcionales para establecimientos de gran escala y procesos termoquímicos que requieren un abastecimiento continuo. Para las industrias mecánicas, en cambio, el menor precio no representa necesariamente una ventaja equivalente, porque su rendimiento depende de la calidad física de las piezas y la madera de desmonte presenta una menor proporción aprovechable para aserrío. El análisis no distingue el destino industrial de cada tonelada ni mide la rentabilidad de los segmentos y, por lo tanto, no permite cuantificar cuánto gana o pierde cada actor. Sí muestra que un mismo volumen puede sostenerse mediante modalidades que ofrecen condiciones diferentes para una estructura productiva heterogénea (Ordenavía, 2024).

La dimensión sociolaboral refuerza esta diferencia. La silvicultura presenta una intensidad laboral considerablemente mayor: la corta selectiva con motosierra requiere numerosos trabajadores y tareas distribuidas en el territorio, mientras que el desmonte mecanizado permite remover grandes superficies con pocos operarios. Esta mayor intensidad laboral no permite inferir, sin embargo, que el empleo asociado sea formal o de buena calidad: la literatura caracteriza a la cadena forestoindustrial chaqueña, en general, por una elevada precariedad laboral (Pérez et al., 2020). Una pérdida relativa de participación de la silvicultura puede proyectarse sobre la cantidad y las características del empleo primario, el arraigo y la sostenibilidad económica de los actores vinculados con el aprovechamiento del bosque (Cuadra, 2012, 2018; Ordenavía, 2024). Aunque el artículo no mide empleo, salarios ni distribución del ingreso, estas implicancias plausibles muestran por qué la composición constituye un problema distributivo: la sustitución entre orígenes puede modificar las actividades sostenidas, las formas de trabajo requeridas y los actores que permanecen en la cadena.

La composición del abastecimiento también posee implicancias para la inserción externa. Las exportaciones forestales representaron, en promedio, el 16% de las exportaciones provinciales entre 2009 y 2020. En 2022 alcanzaron 63 millones de dólares: 44,7 millones correspondieron a tanino y 11,2 millones a carbón vegetal. El complejo forestal representó, además, el 68% de los envíos chaqueños a la Unión Europea

en 2022 y el 84% durante el primer semestre de 2023, lo que evidencia el peso exportador de los procesos termoquímicos y la relevancia del mercado europeo (Subsecretaría de Programación Regional y Sectorial, 2021; Subsecretaría de Planificación Federal y Proyectos Prioritarios, 2023a, 2023b).

Esta inserción adquiere relevancia adicional frente al Reglamento (UE) 2023/1115. El alcance de la norma, sin embargo, no comprende por igual todos los productos termoquímicos. El carbón vegetal de madera está incluido en su Anexo I bajo el código NC ex 4402, mientras que los extractos de tanino —clasificados en la partida NC 3201— y el furfural —NC 2932 12 00— no se encuentran actualmente entre los productos alcanzados. Para los productos alcanzados, la norma exige demostrar, mediante diligencia debida y trazabilidad, que no proceden de tierras deforestadas después del 31 de diciembre de 2020, aun cuando el desmonte haya sido autorizado conforme a la legislación del país de origen. Luego de la prórroga incorporada mediante el Reglamento (UE) 2025/2650, las exigencias se aplicarán desde el 30 de diciembre de 2026 para los operadores grandes y medianos y desde el 30 de junio de 2027 para las micro y pequeñas empresas. El Reglamento contempla revisiones de su ámbito de aplicación y permite modificar el Anexo I mediante actos delegados. Su objetivo de evitar que el riesgo de deforestación se desplace hacia productos derivados hace razonable anticipar una futura ampliación de la cobertura hacia productos actualmente excluidos, entre ellos el tanino; no obstante, esa incorporación todavía no ha sido dispuesta (Unión Europea, 2023, 2025, 2026).

En una provincia cuyos envíos a Europa presentan una participación forestal tan elevada, la composición y trazabilidad del abastecimiento deben incorporarse a la planificación de corto y mediano plazo.

Para el carbón vegetal y los demás productos de madera comprendidos en el Anexo I, la vinculación con desmontes posteriores a la fecha de corte puede comprometer el acceso al mercado europeo. En cambio, los extractos de tanino y el furfural no están sujetos actualmente a las mismas obligaciones de diligencia debida y trazabilidad, lo que limita la incidencia directa de la regulación sobre la totalidad del segmento termoquímico.

Aun así, demostrar un abastecimiento basado en aprovechamientos silvícolas y desvinculado de la deforestación puede convertir la sostenibilidad en una condición de competitividad para los productos alcanzados y facilitar la adaptación frente a futuras ampliaciones del Reglamento. El origen de la materia prima deja así de ser únicamente una cuestión ambiental o interna de la cadena y pasa a incidir sobre la continuidad de las exportaciones y la inserción externa del complejo forestal chaqueño.

5.3. Alcances e implicancias para la política pública

El abastecimiento se reconstruye a partir de toneladas movilizadas con guía forestal, por lo que el artículo describe la composición del circuito formal registrado y no la totalidad de la madera efectivamente extraída, transportada o consumida. El hallazgo se refiere, por lo tanto, a un reacomodamiento dentro de ese circuito: los años con mayor deforestación se asocian con un aumento posterior de la participación del desmonte y una disminución de la silvicultura, mientras el volumen total mantiene una estabilidad relativa. Como la composición se construye a partir de categorías administrativas, el patrón observado puede expresar tanto la disponibilidad material de madera como las condiciones institucionales mediante las cuales el Estado autoriza, regulariza, controla y registra su incorporación al abastecimiento. Cambios en los controles, las autorizaciones o los criterios de registración podrían modificar la composición observada sin una variación equivalente en los flujos totales. Estas condiciones no son externas al problema, sino que forman parte de la organización estatal del acceso a la materia prima.

El número reducido de observaciones, la naturaleza composicional de las participaciones y el diseño no experimental limitan las inferencias. Las pruebas de sensibilidad muestran que la asociación no depende de un único año, pero no permiten identificar causalidad ni determinar el peso de los mecanismos materiales, económicos, administrativos y logísticos. En este marco, los mecanismos documentados posteriormente por Mastrangelo et al. (2026) —entre ellos, los cupos de extracción sobredimensionados, las multas insuficientes, las recategorizaciones territoriales y las autorizaciones especiales— van en la misma dirección que la interpretación institucional planteada en este artículo y aportan procesos concretos compatibles con el patrón encontrado. Sin embargo, el diseño empleado no permite afirmar que alguno de ellos lo haya causado ni estimar su incidencia relativa.

Aun con estas limitaciones, el hallazgo plantea un problema para la política forestal y ambiental. No alcanza con controlar aisladamente la superficie deforestada: también es necesario observar cómo las distintas fuentes de materia prima ingresan al abastecimiento industrial y qué incentivos genera cada modalidad. Esto requiere fortalecer la trazabilidad desde el origen predial hasta la industria, articular los registros de deforestación, permisos y guías forestales y generar condiciones que permitan sostener la participación de la silvicultura en un marco de competencia económica desigual entre ambos modelos de abastecimiento.

Las políticas deben considerar la heterogeneidad de la cadena. Los establecimientos termoquímicos, las industrias mecánicas, los productores forestales y los trabajadores primarios no utilizan la misma materia prima ni enfrentan iguales condiciones. Una política centrada en el volumen agregado puede sostener la provisión industrial y, simultáneamente, favorecer ciertos segmentos, deteriorar la calidad disponible para otros y reducir oportunidades económicas y laborales vinculadas con el aprovechamiento sostenible. Es probable que la silvicultura presente mayores costos porque extrae menos madera por hectárea, articula aprovechamientos más dispersos y emplea una organización del trabajo más intensiva. Esos costos no representan únicamente una desventaja: están vinculados con la conservación de la cobertura, la regeneración del bosque, la calidad de las piezas y la generación de más trabajo. La comparación no puede limitarse, por lo tanto, al precio inmediato de la materia prima, sino que debe incorporar los costos y beneficios ambientales, productivos y sociolaborales de cada modalidad.

Una de las implicancias más claras es que una menor deforestación no aparece asociada, durante el período analizado, con un desabastecimiento de la forestoindustria.[5] Entre 2019 y 2021, cuando la deforestación alcanzó sus niveles más bajos, el total formal movilizado se mantuvo entre 981.649 y 1.186.277 toneladas anuales. La actividad pudo sostenerse, por lo tanto, mediante composiciones diferentes entre desmonte y silvicultura. Esto no demuestra que reducir la deforestación carezca de costos de transición ni que

[5] Determinar qué papel desempeñó la silvicultura en el abastecimiento durante períodos anteriores a 2010 constituye una pregunta relevante, pero requiere series comparables y el análisis de un régimen institucional distinto del vigente desde ese año, por lo que excede el recorte temporal de este artículo.

todos los segmentos resulten igualmente afectados. Sí permite afirmar que, a priori, los datos no respaldan que su reducción conduzca necesariamente al desabastecimiento. Lo que cambia es el origen de la madera y, con él, sus costos, calidad, intensidad laboral y relación con la permanencia del bosque.

En definitiva, la cuestión no consiste solamente en cuánto abastecimiento requiere la industria, sino en qué condiciones se obtiene la madera, qué actores participan de su provisión y qué relación mantiene cada modalidad con la permanencia del bosque. Una política integral debe coordinar objetivos ambientales, productivos y sociolaborales para que la continuidad de la forestoindustria no dependa del debilitamiento de los modelos que conservan el recurso sobre el cual se sostiene.

6. CONCLUSIONES

Este artículo analizó la asociación entre la deforestación anual y la composición del abastecimiento formal de madera para la forestoindustria chaqueña durante 2010-2024. La pregunta central no fue si la actividad industrial causa la pérdida de bosque, sino qué ocurre con el origen de la materia prima cuando la deforestación varía.

Los resultados muestran que el volumen total anual movilizado mantuvo una relativa estabilidad, pese a las oscilaciones de la superficie deforestada. La principal variación no se produjo en la cantidad total de madera, sino en su distribución entre desmonte, silvicultura y otros permisos. Las toneladas de ambos orígenes presentaron una asociación inversa, compatible con una sustitución relativa entre desmonte y silvicultura.

El hallazgo principal aparece al incorporar la dimensión temporal. Los años con mayor deforestación se asociaron con un aumento posterior de la participación del desmonte y una disminución de la silvicultura en el abastecimiento formal. Esta relación resultó más clara para el cambio entre el año t y el año $t+1$ que para las especificaciones contemporáneas y se mantuvo en las pruebas de sensibilidad.

Estos resultados no demuestran que la demanda industrial origine el desmonte, cuya expansión se vincula principalmente con el avance de la frontera agropecuaria. El artículo identifica qué ocurre después: la madera generada por esa conversión ingresa al circuito económico y modifica las condiciones de abastecimiento. En lugar de expandir

necesariamente el volumen total, su disponibilidad se asocia con una reconfiguración de los orígenes de la materia prima y con una pérdida relativa de participación de la silvicultura.

La composición del abastecimiento constituye, por ello, un problema de economía política. El desmonte y la silvicultura generan madera en condiciones diferentes de volumen, concentración, temporalidad, costo, calidad e intensidad laboral. Coexisten en una estructura productiva heterogénea y bajo reglas estatales que organizan el acceso, la autorización, la movilización y el control de la materia prima. Los cambios en la participación de cada modalidad pueden redistribuir oportunidades entre los actores, aun cuando el volumen total permanezca relativamente estable.

Esta dimensión distributiva no puede separarse de sus implicancias ambientales y laborales. La madera de desmonte se origina en la eliminación del bosque, mientras que la silvicultura depende de su conservación y regeneración. Cuando la primera desplaza relativamente a la segunda, se debilitan los incentivos para sostener un modelo compatible con la permanencia del recurso y pierde participación una modalidad considerablemente más intensiva en trabajo. Aunque el estudio no cuantifica sus efectos sobre el empleo, muestra que ambas formas de producción difieren en generación de trabajo, calidad de la materia prima y continuidad de los actores cuya actividad depende del bosque.

El origen de la materia prima resulta relevante para la inserción externa del complejo forestal chaqueño. La aplicación del Reglamento (UE) 2023/1115, prevista desde diciembre de 2026 para operadores grandes y medianos y desde junio de 2027 para micro y pequeñas empresas, convierte la trazabilidad y la desvinculación del abastecimiento respecto de la deforestación posterior a 2020 en condiciones de acceso al mercado para los productos alcanzados. La sostenibilidad constituye así un componente de la competitividad futura del sector.

El estudio se limita al abastecimiento formal registrado mediante guía, trabaja con pocas observaciones anuales y no permite identificar mecanismos causales ni medir directamente costos, precios, rentabilidad, empleo o distribución del ingreso. Estas limitaciones abren una agenda orientada a incorporar evidencia cualitativa, analizar el empleo forestal y diferenciar los requerimientos de las industrias mecánicas y

termoquímicas. También queda abierta para futuras investigaciones la pregunta por la posible relación entre la demanda forestoindustrial y la decisión de desmontar, cuyo análisis requiere un diseño y evidencia específicos.

Aun con esos límites, durante el período analizado los descensos de la deforestación no estuvieron acompañados por un desabastecimiento de la forestoindustria. El volumen total formal pudo sostenerse mediante composiciones diferentes entre desmonte y silvicultura. Esto no demuestra que una transición hacia menores niveles de deforestación carezca de costos ni que todos los segmentos puedan sustituir inmediatamente un origen por otro, pero sí permite cuestionar que altos niveles de deforestación sean necesarios para mantener la actividad. El desafío consiste en sostener la producción, el empleo y la provisión de materia prima sin colocar en desventaja a las modalidades que conservan el bosque. La discusión no enfrenta simplemente producción y ambiente: involucra decidir qué modelo productivo se promueve, cómo se distribuyen sus oportunidades y beneficios y sobre qué base material podrá sostenerse en el tiempo.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

M.N.O.: Conceptualización, Metodología, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Visualización, Redacción – borrador original, Redacción – revisión y edición.

La autora declara no tener conflictos de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abdulhadi, A., Neiman, M., & Gómez, C. A. (2024). Lógicas políticas en disputa detrás de la expansión del agronegocio en Chaco: Un balance de las transformaciones y el debate actual. En F. Maidana (Coord.), *Política subnacional: Federalismo, región y provincias* (pp. 127–161). Universidad Nacional del Chaco Austral.

Blum, D., Aguiar, S., Sun, Z., Müller, D., Alvarez, A., Aguirre, I., Domingo, S., & Mastrangelo, M. (2022). Subnational institutions and power of landholders drive

illegal deforestation in a major commodity production frontier. *Global Environmental Change, 74*, 102511. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102511

Cinto, J. P., Reuter, A. F., & Téves, R. A. (2012, mayo). *Inventario forestal de la Provincia del Chaco* [Informe]. Dirección de Bosques, Subsecretaría de Recursos Naturales. http://direcciondebosques.blogspot.com/p/manuales-y-otros.html

Cuadra, D. E. (2011). Los recursos madereros: Condiciones socioeconómicas vinculadas con su aprovechamiento en la provincia del Chaco. *Geográfica Digital, 8*(15), 1–15. https://doi.org/10.30972/geo.8152313

Cuadra, D. E. (2012). La problemática forestal en la provincia del Chaco, Argentina: Un análisis desde la geografía. *Geográfica Digital, 9*(18), 1–25. https://doi.org/10.30972/geo.9182232

Cuadra, D. E. (2018). La explotación forestoindustrial en el Chaco. En M. Brac (Ed.), *El norte forestal: Estudios sobre el territorio santafesino* (1.ª ed., pp. 37–53). Consejo Federal de Inversiones. http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/27565

Cuadra, D. E., Montes Galbán, E., & Insaurralde, J. A. (2019). Territorialización y reterritorialización de las actividades agropecuarias en el Chaco. En J. M. Arnaiz & M. S. Leoni de Rosciani (Eds.), *Actas del XXXVIII Encuentro de Geohistoria Regional: VIII Simposio Región y políticas públicas* (pp. 208–215). Instituto de Investigaciones Geohistóricas (CONICET/UNNE). https://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/27586

Fernández-Milmanda, B., & Garay, C. (2019). Subnational variation in forest protection in the Argentine Chaco. *World Development, 118*, 79–90. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.02.002

Fernández-Milmanda, B., & Garay, C. (2020). A multilevel approach to enforcement: Forest protection in the Argentine Chaco. En D. M. Brinks, S. Levitsky, & M. V. Murillo (Eds.), *The politics of institutional weakness in Latin America* (pp. 183–207). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781108776608.008

Figueroa, L. M., & Gutiérrez, R. A. (2018). Enfrentados por el ambiente: Incidencia de las coaliciones sociedad-Estado en la protección de bosques nativos. En R. A. Gutiérrez (Comp.), *Construir el ambiente: Sociedad, Estado y políticas ambientales en Argentina*. Teseo. https://www.teseopress.com/construielambiente/chapter/capitulo-2-enfrentados-por-el-ambiente-incidencia-de-las-coaliciones-sociedad-estado-en-la-proteccion-de-bosques-nativos/

Figueroa, L. M. (2021). Entre la economía y la política, factores que activan coaliciones: Aportes teóricos a la luz de la adecuación e implementación de una política ambiental nacional en tres provincias argentinas (2008–2019). *Estudios Políticos, 60*, 251–275. https://doi.org/10.17533/udea.espo.n60a11

Gevaerd, P. (2024). *Deforestación y alianzas subnacionales en provincias argentinas (2001–2019)* [Tesis de Maestría en Gobierno y Economía Política, Universidad Nacional de San Martín–Escuela de Gobierno de la Provincia del Chaco].

Grulke, M., Brassiolo, M., Díaz Llanes, F., Obst, K., Ortiz, G., Soto, G., & Michela, J. (2007). *Manual para el manejo forestal sustentable de los bosques nativos de la*

Provincia del Chaco. Unike Forestry Consultants. https://drive.google.com/file/d/19O4Wv7DvSlsxMYDRiOvCSWi6PVfO_jg1/view

Mastrangelo, M. E., Aguiar, S., & Krause, V. (2026). Subnational mechanisms undermine transnational anti-deforestation policies. *Nature Sustainability*. Publicación anticipada en línea. https://doi.org/10.1038/s41893-026-01917-5

Mónaco, M. H., Peri, P. L., Medina, F. A., Colomb, H. P., Rosales, V. A., Berón, F., Manghi, E., Miño, M. L., Bono, J., Silva, J. R., González Kehler, J. J., Ciuffoli, L., Presta, F., Collazo, A. G., Navall, M., Carranza, C., López, D., & Gómez Campero, G. (2020). *Causas e impactos de la deforestación de los bosques nativos de Argentina y propuestas de desarrollo alternativas* [Informe diagnóstico]. Dirección Nacional de Bosques, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/desmontes_y_alternativas-julio27.pdf

Novas, M., Figueroa, L. M., & Azerrat, J. M. (2022). Pensando el rol de los empresarios en las políticas ambientales. *Revista SAAP, 16*(2), 347–372. https://doi.org/10.46468/rsaap.16.2.A5

Ordenavía, M. N. (2024). *La otra cara de la Ley de Bosques en la provincia del Chaco, más allá del OTBN y la deforestación no evitada: Una propuesta de mejora institucional para su implementación* [Tesis de maestría, Universidad Austral].

Pérez, K. M., Schorr, M., Miranda, G., & López, M. (2020). *Estructura productiva del Chaco y su impacto en la distribución del ingreso: Un análisis de las principales cadenas de valor en la provincia*. Escuela de Gobierno de la Provincia del Chaco.

Peri, P. L., Martínez Pastur, G., & Schlichter, T. (2021). *Uso sostenible del bosque: Aportes desde la silvicultura argentina* (1.ª ed.). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/186522

Subsecretaría de Planificación Federal y Proyectos Prioritarios. (2023a, junio). *Exportaciones regionales y provinciales: Informe anual 2022* (Año 1, N.º 1). Ministerio de Economía de la Nación. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/exportaciones_provinciales_2022.pdf

Subsecretaría de Planificación Federal y Proyectos Prioritarios. (2023b, septiembre). *Exportaciones regionales y provinciales: I semestre 2023* (Año 1, N.º 2). Ministerio de Economía de la Nación. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/exportaciones_provinciales_-_primer_semestre_2023.pdf

Subsecretaría de Programación Regional y Sectorial. (2021, diciembre). *Chaco: Informe productivo provincial* (Año 6, N.º 38; cierre estadístico 2020). Ministerio de Economía de la Nación. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/38_2021_chaco.pdf

Unión Europea. (2023). Reglamento (UE) 2023/1115 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 31 de mayo de 2023, relativo a la comercialización en el mercado de la Unión y a la exportación desde la Unión de determinadas materias primas y

productos asociados a la deforestación y la degradación forestal, y por el que se deroga el Reglamento (UE) n.º 995/2010. *Diario Oficial de la Unión Europea, L 150*, 206–247. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/1115/oj?locale=es

Unión Europea. (2025). Reglamento (UE) 2025/2650 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de diciembre de 2025, por el que se modifica el Reglamento (UE) 2023/1115 en lo que respecta a determinadas obligaciones de los operadores y comerciantes. *Diario Oficial de la Unión Europea, L 2025/2650*. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:32025R2650

Unión Europea. (2026). Reglamento Delegado (UE) 2026/2102 de la Comisión, de 13 de julio de 2026, por el que se modifica el Reglamento (UE) 2023/1115 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a la lista de materias primas pertinentes y productos pertinentes. *Diario Oficial de la Unión Europea, L 2026/2102*. https://eur-lex.europa.eu/eli/reg_del/2026/2102/oj/spaZhang, D. (2013). The political economy in forest policy-making: Economic efficiency and beyond. En S. Kant (Ed.), *Post-Faustmann forest resource economics* (pp. 165–181). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-5778-3_8