



Supply chain of *Dipteryx* Schreb. in the province of Satipo, Central Peruvian Amazon

Cadena productiva del género *Dipteryx* Schreb. en la provincia de Satipo, selva central de Perú

© Kevin Campos-Barreton* & © Antonio Aylas-Montalvo

Universidad Nacional del Centro del Perú (UNCP), Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente. Av. Mariscal Ramón Castilla núm. 3909, Ciudad Universitaria, Distrito de El Tambo, Huancayo, Junín, Perú.

*Corresponding author: kevin26cb@gmail.com

Abstract

Introduction. In the Peruvian Amazon, the genus *Dipteryx* Schreb. comprises timber species with high commercial demand; however, their supply chain has not been studied. Traceability within the timber supply chain is essential for preventing illegal timber trade.

Objective. To describe the supply chain of *Dipteryx* in the province of Satipo, Peru, during the 2017-2022 period, based on four key stages: forest harvesting, primary processing centers, forest control, and commercialization routes.

Materials and methods. A documentary analysis was used through data collection forms, based on the compilation and analysis of information from official sources, surveys of forest control specialists, and the collection of botanical samples.

Results. A total of six forest management plans were identified, of which only four transported 442.575 m³ of roundwood, and incorrect identification of species within the genus *Dipteryx* was detected. Two primary processing centers produced 93.027 m³ of sawn timber without proper operational records. Four forest control checkpoints inspected 55.463 m³ (59.62 %) of the timber transported by land, without detecting misidentification of *Thyrsodium spruceanum* Benth. vel sp. aff. declared as *Dipteryx micrantha* Harms. Most of the production (91 %) was destined for the Department of Lima.

Conclusions. The supply chain of *Dipteryx* in Satipo shows weaknesses in taxonomic identification, volume estimation, sawmilling yields, forest control, and traceability, thereby comprising the legality and sustainability of the resource.

Keywords: Peruvian Amazon, forest harvesting, primary processing centers, forest control, commercialization routes.

Resumen

Introducción. En la Amazonía peruana, el género *Dipteryx* Schreb. incluye especies maderables de alta demanda comercial; sin embargo, su cadena productiva no ha sido estudiada. La trazabilidad en la cadena productiva de la madera es clave para la prevención de su comercio ilegal.

Objetivo. Describir la cadena productiva del género *Dipteryx* en la provincia de Satipo, Perú, durante el periodo 2017–2022, con base en cuatro eslabones clave: aprovechamiento forestal, centros de transformación primaria, control forestal y rutas de comercialización.

Materiales y métodos. Se utilizó la técnica de análisis documental mediante fichas de registro, basada en la recopilación y análisis de información de fuentes oficiales, encuestas a especialistas en control forestal y colecta de muestras botánicas.

Resultados. Se identificaron seis planes de manejo forestal, de los cuales solo cuatro movilizaron 442.575 m³ de madera en rollo y se detectó que la identificación de las especies del género *Dipteryx* fue incorrecta. Dos centros de transformación primaria produjeron 93.027 m³ de madera aserrada sin el registro adecuado de sus operaciones. Cuatro puestos de control forestal inspeccionaron 55.463 m³ (59.62 %) de la madera transportada por vía terrestre, sin detectar la existencia de errores en la identificación de *Thyrsodium spruceanum* Benth. vel sp. aff. declarada como *Dipteryx micrantha* Harms. La mayor parte de la producción (91 %) se destinó al departamento de Lima.

Conclusiones. La cadena productiva del género *Dipteryx* en Satipo presenta debilidades en la identificación taxonómica, estimación de volúmenes, rendimientos de aserrío, control forestal y trazabilidad, lo que compromete la legalidad y sostenibilidad del recurso.

Palabras clave: Amazonía peruana, aprovechamiento forestal, centros de transformación primaria, control forestal, rutas de comercialización.

Please cite this article as follows (APA 7): Campos-Barreton, K. & Aylas-Montalvo, A. (2026). Supply chain of *Dipteryx* Schreb. in the province of Satipo, Central Peruvian Amazon. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 32, e25023. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2025.05.023>



Introduction

Approximately 400 million hectares of tropical forest worldwide are allocated for timber production (Petrokofsky et al., 2015). Among the species subjected to this pressure are those of the genus *Dipteryx* Schreb. Since 2000, *Dipteryx* populations have experienced increasing threats associated with deforestation and intensive commercial harvesting, driven by the strong international demand for their hardwood timber (Honorio Coronado et al., 2020; Vancutsem et al., 2021). This neotropical genus, distributed throughout South and Central America, comprises 12 species, including nine taxonomically accepted species and three that remain under taxonomic validation (The Plant List, 2013; Tropicos, 2024).

In Peru, *Dipteryx* is widely distributed throughout the lowland Amazon, particularly in the regions of Loreto, Ucayali and Madre de Dios (Aldana Gómero et al., 2016; García-Dávila et al., 2019; Putzel et al., 2011). Forest harvesting is regulated under the polycyclic selective logging model (Sabogal et al., 2025), which involves periodic returns to the forest. This model incorporates reduced-impact logging practices, including directional felling, road planning, retention of seed trees, and protection of threatened species, as well as a minimum cutting diameter of 51 cm for the genus *Dipteryx* and 20-year cutting cycles established under Peruvian forest legislation. Nevertheless, such regulations contrast with the slow growth rate of the genus, which requires between 46 and 177 years to reach 30 cm in diameter (Clark & Clark, 2001). Consequently, the sustainability of forest management is compromised by this biological mismatch, compounded by seed dispersal that depends on specific fauna, such as canopy bats and rodents, commercial overexploitation, and low natural regeneration (Espinosa & Valle, 2020; Forget, 1993).

Between 2010 and 2014, *Dipteryx* timber extraction in Peru reached nearly 900 000 m³, with increasing exports primarily directed to the Chinese market (Aldana Gómero et al., 2016). Concern over this situation led to the inclusion of all species within the genus *Dipteryx* in Appendix II of the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES, 2024) during the 19th Meeting of the Conference of the Parties (CoP19), held in Panama on November 17, 2022, with a 24-month implementation period.

In the Peruvian Amazon, genetic studies have distinguished three taxa: *D. micrantha* morphotype 1 and 2, and *Dipteryx charapilla* (J. F. Macbr.) Ducke, the latter being restricted to the department of Loreto (García-Dávila et al., 2020). In turn, the National Forest and Wildlife Service (SERFOR, 2023), through Executive Directorate Resolution (RDE) D000163-2023-MIDAGRI-SERFOR-DE, recognizes three species: *D. charapilla*,

Introducción

Alrededor de 400 millones de hectáreas de bosques tropicales en todo el mundo están designadas como bosques de producción maderable (Petrokofsky et al., 2015). Entre las especies sometidas a esta presión se encuentran las del género *Dipteryx* Schreb. Desde el año 2000, las poblaciones de *Dipteryx* han experimentado amenaza creciente, debido a la deforestación y a la explotación comercial intensiva, impulsada por la alta demanda de su madera dura en los mercados internacionales (Honorio Coronado et al., 2020; Vancutsem et al., 2021). Este género neotropical, compuesto por 12 especies distribuidas en Sudamérica y América Central, incluye nueve especies aceptadas taxonómicamente y tres aún en proceso de validación (The Plant List, 2013; Tropicos, 2024).

En Perú, el género *Dipteryx* está distribuido ampliamente en la Amazonía baja, especialmente en las regiones de Loreto, Ucayali y Madre de Dios (Aldana Gómero et al., 2016; García-Dávila et al., 2019; Putzel et al., 2011). El sistema de aprovechamiento se rige por el modelo policíclico de corte selectivo (Sabogal et al., 2025) con retornos periódicos al bosque. Este modelo toma en cuenta técnicas de impacto bajo (tala dirigida, planificación de caminos, árboles semilleros y protección de especies amenazadas), diámetro mínimo de corta de 51 cm para el género *Dipteryx* y ciclos de corta de 20 años establecidos por la legislación forestal peruana. No obstante, tal normatividad contrasta con el crecimiento lento del género, el cual tarda entre 46 y 177 años para alcanzar los 30 cm de diámetro (Clark & Clark, 2001). En este sentido, la sostenibilidad del manejo se ve comprometida por esta brecha biológica, sumada a la dispersión de semillas dependiente de fauna específica, como murciélagos de dosel y roedores, la sobreexplotación comercial y la regeneración natural baja (Espinosa & Valle, 2020; Forget, 1993).

Entre 2010 y 2014, la extracción de madera de *Dipteryx* en Perú alcanzó cerca de 900 000 m³ con exportaciones crecientes dirigidas principalmente al mercado chino (Aldana Gómero et al., 2016). La preocupación por esta situación motivó la inclusión de todas las especies del género *Dipteryx* en el Apéndice II de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2024), durante la Reunión de la Conferencia de las Partes (CoP19) realizada en Panamá el 17 de noviembre de 2022, con un plazo de implementación de 24 meses.

En la Amazonía peruana, estudios genéticos han diferenciado tres especies: *D. micrantha* morfotipo 1 y 2, y *Dipteryx charapilla* (J. F. Macbr.) Ducke, esta última restringida al departamento de Loreto (García-Dávila et al., 2020). Por su parte, el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR, 2023), en su Resolución

Dipteryx ferrea (Ducke) Ducke and *Dipteryx micrantha* Harms, all marketed under the commercial name 'Shihuahuaco'.

It is currently estimated that between 60 and 68 % of the timber harvested from the Peruvian Amazon originates from illegal sources (Dourojeanni, 2020; Mujica et al., 2024). Several studies highlight that strengthening traceability within the timber supply chain is essential for preventing illegal trade and identifying critical points where legally sourced timber is mixed with illegal wood. According to Kunze et al. (2024), traceability functions as a preventive measure against this crime. Da Silva et al. (2010) warn that failures in computerized monitoring systems and weaknesses in traceability mechanisms facilitate the laundering of illegal timber within the supply chain. Mujica et al. (2024) also highlight the ineffectiveness of the Peruvian regulatory framework, which is based on declaratory instruments and a formal control system lacking effective oversight. In countries such as Brazil, corruption exacerbates the problem by allowing criminal networks to manipulate inventories, forest management plans, and timber trade operations, thereby perpetuating illegality from the earliest stages of the supply chain (Kleinschmit et al., 2021). Studies such as that of Tacconi et al. (2017) demonstrate that these illicit practices occur throughout all stages of the chain, from forest extraction to final consumption. In addition, the botanical identification of timber species faces major challenges due to the use of common names that group multiple species together, thereby generating errors in forest management and compromising sustainability (Cysneiros et al., 2018). This situation is further compounded by the coexistence of formal and informal networks that supply the growing urban demand for timber (Mejía et al., 2015).

In the province of Satipo, specifically in the district of Río Tambo, the presence of *Dipteryx* has been recorded in humid forests located on intermediate terraces, high terraces, and low hills. However, to date, no studies have documented its supply chain or the extraction volumes recorded over the last five years, creating an information gap in the context of its recent inclusion in CITES. Therefore, the present study aims to describe the supply chain of *Dipteryx* in the province of Satipo during the 2017-2022 period, based on four key components: forest harvesting, primary processing centers, forest control, and commercialization routes.

Materials and Methods

This research is documentary and descriptive in nature, with a qualitative approach. The study was conducted during the 2017-2022 period within the jurisdiction of the Administración Técnica Forestal

de Dirección Ejecutiva (RDE) D000163-2023-MIDAGRI-SERFOR-DE, reconoce tres especies: *D. charapilla*, *Dipteryx ferrea* (Ducke) Ducke y *Dipteryx micrantha* Harms, todas bajo el nombre comercial de 'Shihuahuaco'.

Actualmente, se estima que entre 60 y 68 % de la madera extraída en la Amazonía peruana es de origen ilegal (Dourojeanni, 2020; Mujica et al., 2024). Varios estudios destacan que el fortalecimiento de la trazabilidad en la cadena productiva de la madera es clave para la prevención del comercio ilegal y la detección de eslabones críticos donde la madera legal se mezcla con la ilegal. De acuerdo con Kunze et al. (2024) se sostiene que la trazabilidad actúa como una medida preventiva contra este delito. Da Silva et al. (2010) advierten que las fallas en los sistemas de control informático y la debilidad de los mecanismos de trazabilidad permiten la legalización de madera ilegal dentro de la cadena. A su vez, Mujica et al. (2024) destacan la ineficacia del marco normativo peruano, basado en instrumentos declarativos con un sistema de control formal, pero sin supervisión efectiva. En países como Brasil, la corrupción agrava la situación, ya que permite que las redes criminales manipulen inventarios, planes de manejo y el comercio de madera, de tal manera que se perpetua la ilegalidad desde las primeras etapas de la cadena productiva (Kleinschmit et al., 2021). Estudios como el de Tacconi et al. (2017) demuestran que estas prácticas ilícitas ocurren en todos los eslabones de la cadena, desde la extracción forestal hasta el consumo final. Además, la identificación botánica de especies maderables enfrenta desafíos, debido al uso de nombres comunes que agrupan múltiples especies y, por tanto, genera errores en la gestión forestal y afecta su sostenibilidad (Cysneiros et al., 2018). A esto se suman las redes formales e informales que abastecen la demanda urbana de madera (Mejía et al., 2015).

En la provincia de Satipo, específicamente en el distrito de Río Tambo, se ha registrado la presencia del género *Dipteryx* en bosques húmedos de terrazas medias, terrazas altas y colinas bajas; sin embargo, hasta la fecha no existen estudios que documenten su cadena productiva ni los volúmenes extraídos en los últimos cinco años, lo que genera un vacío de información en el contexto de su reciente inclusión en la CITES. Por ello, el presente estudio tiene como objetivo describir la cadena productiva del género *Dipteryx* en la provincia de Satipo durante el periodo 2017-2022, con base en cuatro eslabones clave: el aprovechamiento forestal, los centros de transformación primaria, el control forestal y las rutas de comercialización.

Materiales y métodos

La investigación es de tipo documental y descriptiva, con un enfoque cualitativo. Se llevó a cabo durante el periodo 2017-2022 en la jurisdicción de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre

y de Fauna Silvestre Selva Central-sede Satipo (ATFFS SEC-sede Satipo; Central Forest and Wildlife Technical Administration- Satipo Office), which encompasses the districts of Río Tambo and Pangoa in the province of Satipo, Department of Junín, Peru (Figure 1; Table 1).

Three data collection techniques were used. 1) Documentary analysis. This consisted of systematic examination of governmental records (files, official letters, and correspondence) to reconstruct timber traceability. The analysis was conducted through the review of management plans, administrative resolutions, operating logbooks, and Forest Transport Permits (GFTs). According to Lu et al. (2023), governmental documents constitute an appropriate source for accessing information on specific events or processes. 2) Collection of botanical samples from seed trees in the forest management units (FMU). According to Funk et al. (2017), the collection of voucher specimens is essential for verifying scientific names and preventing field identification errors, particularly in morphologically similar taxa such as the genus *Dipteryx*. These samples were validated by the Missouri Botanical Garden in Oxapampa through a Botanical Identification Certificate to compare the

Selva Central-sede Satipo (ATFFS SEC-sede Satipo) que comprende los distritos de Río Tambo y Pangoa de la provincia de Satipo, departamento de Junín, Perú (Figura 1; Cuadro 1).

Se emplearon tres técnicas de recolección de datos. 1) Análisis documental. Consistió en el estudio sistemático de registros gubernamentales (expedientes, oficios y cartas) para reconstruir la trazabilidad de la madera. Se aplicó mediante la revisión de planes de manejo, resoluciones administrativas, libros de operaciones y guías de transporte forestal (GTF). Según Lu et al. (2023), los documentos gubernamentales son una vía idónea para acceder a datos sobre determinados eventos o procesos. 2) Recolección de muestras botánicas en árboles semilleros de las unidades de manejo forestal (UMF). Según Funk et al. (2017), la colecta botánica de especímenes váucher es indispensable para verificar nombres científicos y evitar errores de identificación en campo, especialmente en taxones morfológicamente similares como el género *Dipteryx*. Estas muestras se validaron por el Jardín Botánico de Missouri de Oxapampa, a través de una Constancia de Identificación Botánica para contrastar la especie declarada frente a la especie real. 3) Encuestas. Esta

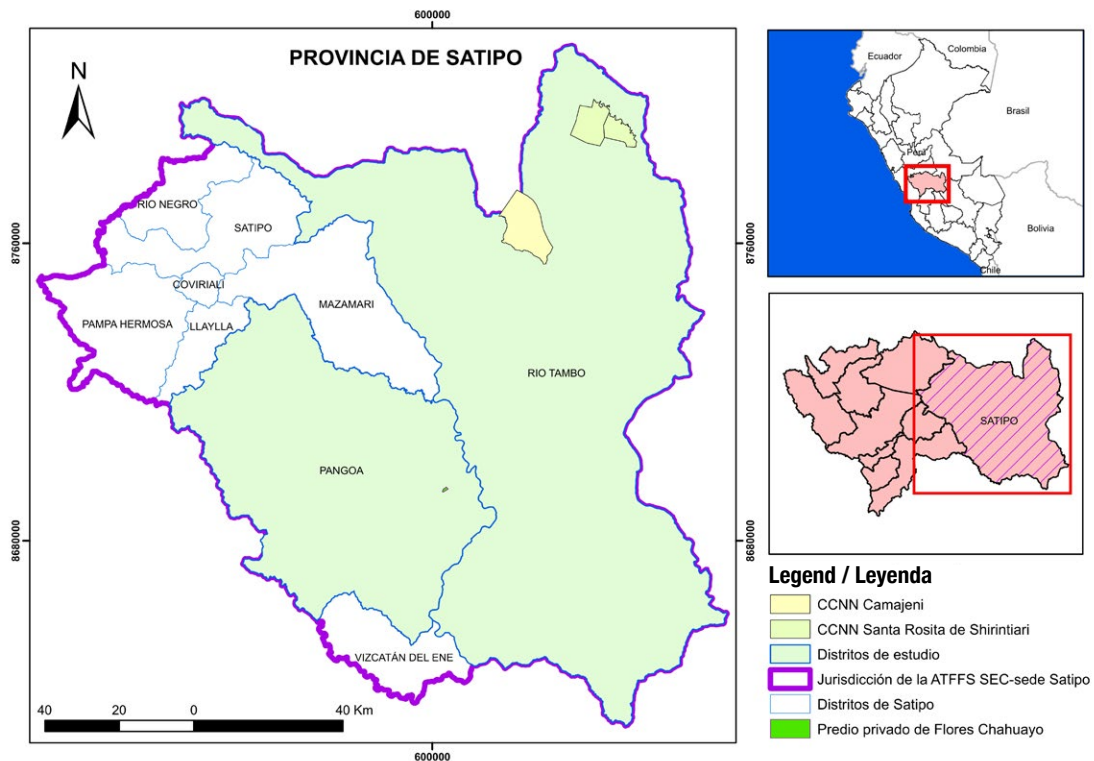


Figure 1. Location of the province of Satipo, Department of Junín, Peru. The study of the supply chain of *Dipteryx* was conducted in native communities (NC) and on a private property within the jurisdiction of the Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Selva Central-sede Satipo (ATFFS SEC).

Figura 1. Ubicación de la provincia de Satipo, departamento de Junín, Perú. El estudio de la cadena productiva del género *Dipteryx* se realizó en comunidades nativas (CCNN) y un predio privado pertenecientes a la jurisdicción de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Selva Central-sede Satipo (ATFFS SEC).

Table 1. Location of the forest management units in the province of Satipo, Peru, where harvesting of *Dipteryx* took place.**Cuadro 1. Ubicación de las unidades de manejo forestal donde se realizó el aprovechamiento del género *Dipteryx* en la provincia de Satipo, Perú.**

District/ Distrito	Community/Town/ Comunidad/ Centro poblado	Name / Nombre	UTM Coordinates, WGS 18 S / Coordenadas UTM WGS 18 S		Altitude (m)/ Altitud (m)	Type of vegetation / Tipo de vegetación
			East (m)/ Este (m)	North (m)/ Norte (m)		
Río Tambo	Native community/ Comunidad nativa	Camajini	623 367	8 761 608	680	Basimontane forest and montane forest / Bosque de montaña basimontano y bosque de montaña
Río Tambo	Native community/ Comunidad nativa	Santa Rosita de Shirintiari	646 872	8 791 091	314	High hill forest and high terrace forest / Bosque de colina alta y bosque terraza alta
Pangoa	Native community/ Comunidad nativa	Sector Tupac Amaru	603 115	8 693 629	670	Montane forest / Bosque de montaña

declared species with the actual species identified. 3) Surveys. This technique enabled the direct collection of information from forest control authorities, who were considered qualified informants due to their experience and knowledge of the process under study. A questionnaire was used as the data collection instrument because of its capacity to systematically organize information according to the research objectives. In addition, the questionnaire content was validated through expert judgment to ensure the clarity, relevance, and coherence of the items with the analytical categories, as indicated by Hurtado de Barrera (2000).

The research was structured into three stages: planning, fieldwork, and office-based analysis. During the planning stage, requests for access to information were submitted to SERFOR and OSINFOR (Agency for the supervision of Forest and Wildlife Resources), scientific research authorization was obtained through Resolution D000109-2023-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS-DGPF, and a 14-item questionnaire was designed for forest control specialists. During the fieldwork stage, three forest management units were visited for the collection of botanical samples from seed trees, and surveys were administered to nine specialists. These participants constituted a purposive non-probabilistic sample representing the entire technical staff with direct experience in forest control. As a methodological reference, Hernández Sampieri et al. (2014) stated that sample precision increases as the sample size approaches the population size. Finally, during the office-based stage, the information was systematized using the data reduction and verification technique proposed by Ahmed (2010), using record sheet for each supply chain link. Data were analyzed using Microsoft Excel, Power BI (Microsoft Corporation, 2025)

técnica permitió la obtención directa de información proveniente de los responsables del control forestal, quienes constituyen informantes calificados por su experiencia y conocimiento del proceso estudiado. Para ello se empleó el cuestionario como instrumento de recolección de datos, debido a su capacidad para organizar la información de manera sistemática en función de los objetivos de la investigación. Asimismo, el contenido del cuestionario se validó mediante juicio de expertos, con el fin de garantizar la claridad, pertinencia y coherencia de los ítems con las categorías de análisis, conforme a lo señalado por Hurtado de Barrera (2000).

La investigación se estructuró en tres etapas: planificación, campo y gabinete. Durante la planificación se presentaron solicitudes de acceso a la información ante el SERFOR y el OSINFOR (Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre), se obtuvo la autorización de investigación científica con Resolución de Dirección General D000109-2023-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS-DGPF y se diseñó un cuestionario de 14 ítems para especialistas en control forestal. En la etapa de campo, se visitaron tres UMF para la recolección de muestras botánicas de árboles semilleros y se aplicaron las encuestas a nueve especialistas, quienes conformaron una muestra no probabilística de tipo intencional que representaba la totalidad del personal técnico con experiencia directa en control forestal. Como referente, Hernández Sampieri et al. (2014) indicaron que la precisión de la muestra aumenta cuando se aproxima al tamaño de la población. Finalmente, en gabinete, la información se sistematizó mediante la técnica de reducción y verificación de datos propuesta por Ahmed (2010), utilizando fichas de registro por cada eslabón. Los datos se analizaron con Microsoft Excel, Power BI (Microsoft Corporation, 2025) y ArcMap (ESRI, 2021). La cadena productiva se reconstruyó mediante el análisis de

and ArcMap (ESRI, 2021). The production chain was reconstructed through the analysis of administrative resolutions, forest management plans (FMP), operation books of harvesting permits (HP-OB) and primary processing centers (PPC-OB), FTP, and OSINFOR supervision reports. This documentation was cross validated with the taxonomic identification conducted by the Missouri Botanical Garden.

For information processing, data reduction was performed using record sheets for each link in the supply chain. This process included the data reduction, visualization, and verification procedures proposed by Ahmed (2010). Data reduction facilitates interpretation by organizing information into thematic categories or through the use of averages, tables, and figures (Bryman, 2012), which was the format used to present the systematized information in this study.

Results and Discussion

Forest harvesting

In this first supply chain link, approved FMP in the province of Satipo (2017-2022), timber volume transportation records, OSINFOR supervision reports, botanical identification results, and HP-OB analyses were examined.

Table 2 compares the authorized standing-tree volume of *Dipteryx* with the extracted roundwood volume intended for sawn timber production. The latter was calculated using the Smalian formula (Mushar et al., 2020) to determine the actual volume transported during harvesting operations.

OSINFOR supervised two FMUs corresponding to the analyzed FMPs and classified them on the green list, meaning they did not represent risks to legal timber trade. However, its reports did not detect errors in species identification within the genus *Dipteryx*, despite the fact that Peruvian forestry legislation authorizes timber volumes by species. This suggests that supervision prioritizes the verification of authorized and harvested volumes over the rigorous botanical validation of the species being harvested.

Figure 2 shows that, between 2017 and 2022, out of the six FMP approved for the harvesting of timber from three species of the genus *Dipteryx*, only four recorded the transport of roundwood. In these four FMPs, botanical samples were collected from remaining seed trees, which were used as reference specimen for taxonomic identification. This approach enabled the comparison and verification of the species declared in the FMPs against those actually extracted.

resoluciones administrativas, planes de manejo forestal (PMF), libros de operaciones de títulos habilitantes (LO-TH) y de centros de transformación primaria (LO-CTP), GTF e informes de supervisión de OSINFOR; esta documentación se contrastó con la identificación taxonómica realizada por el Jardín Botánico de Missouri.

Para el procesamiento de la información, se aplicó la reducción de datos mediante fichas de registro por cada eslabón de la cadena. Este proceso incluyó la reducción, visualización y verificación de datos propuesta por Ahmed (2010). La reducción de información facilita su interpretación al agruparla por temas o mediante el uso de promedios, cuadros y figuras (Bryman, 2012), formato bajo el cual se presentó la información sistematizada en este estudio.

Resultados y discusión

Aprovechamiento forestal

En este primer eslabón se analizaron los PMF aprobados en la provincia de Satipo (2017-2022), la movilización de volúmenes, supervisiones de OSINFOR, los resultados de la identificación botánica y los análisis de los LO-TH.

En el Cuadro 2, los datos contrastan el volumen autorizado de árboles en pie del género *Dipteryx* con el volumen extraído de madera en rollo para aserrado. Este último se calculó mediante la fórmula de Smalian (Mushar et al., 2020), para determinar el volumen real movilizado durante el aprovechamiento.

El OSINFOR supervisó dos UMF de los PMF analizados y los clasificó en la lista verde; es decir, no presentaron riesgos para el comercio legal. Sin embargo, sus informes no detectaron la existencia de errores en la identificación de especies del género *Dipteryx*, pese a que la legislación forestal peruana aprueba volúmenes por especie. Esto sugiere que la supervisión prioriza la verificación de volúmenes autorizados y extraídos sobre la validación botánica rigurosa de las especies aprovechadas.

La Figura 2 muestra que, entre los años 2017 al 2022, de los seis PMF aprobados para el aprovechamiento maderable de tres especies del género *Dipteryx*, solo cuatro registraron la movilización de madera en rollo. En estos cuatro PMF se recolectaron muestras botánicas de árboles semilleros remanentes, los cuales se utilizaron como testigos para su identificación taxonómica, lo que permitió el contraste y verificación de las especies declaradas en los PMF con las realmente extraídas.

El Cuadro 3 muestra la identificación botánica de nueve árboles semilleros en UMF de tres titulares que movilizaron madera del género *Dipteryx*. En las dos comunidades nativas, se identificó correctamente el

Table 2. Transportation of roundwood from *Dipteryx* and forest supervision activities according to forest management plans (FMPs) and approval administrative resolutions (AR) during the 2017-2023 period in the province of Satipo, Peru.

Cuadro 2. Movilización de la madera en rollo del género *Dipteryx* y supervisión forestal de acuerdo con los planes de manejo forestal (PMF) y las resoluciones administrativas (RA) de aprobación, en el periodo 2017-2023 en la provincia de Satipo, Perú.

FMP/ PMF	Holder/ Titular	FMP approval AR/ RA de aprobación del PMF	Authorized species/ Especie autorizada	Authorized roundwood volume (m ³)/ Volumen autorizado en rollo (m ³)	Extracted roundwood volume (m ³)/ Volumen extraído en rollo (m ³)	OSINFOR supervision/ Supervisión OSINFOR
1	NC. Santa Rosita de Shirintiari	048-2019-MINAGRI- SERFOR-ATFFS SEC	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Forsyth f.	728.728	71.711	Report/Informe No. 00098-2021 OSINFOR08.1.2
2	NC. Santa Rosita de Shirintiari (second- entry harvest)	D000138-2021- MIDAGRI-SERFOR- ATFFS-SELVA CENTRAL	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Forsyth f.	655.091	288.498	Unsupervised/ No supervisado
3	Donato Flores Chahuayo and Bernardina Ramos de Flores	D000055-2021- MIDAGRI-SERFOR- ATFFS-SELVA CENTRAL	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	14.744	6.729	Report/Informe No. 00094-2023 OSINFOR08.1.2
4	NC. Camajini	D000078-2021- MIDAGRI-SERFOR- ATFFS-SELVA CENTRAL	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	97.219	75.637	Unsupervised/ No supervisado
5	NC. Sharahuaja	D000287-2022- MIDAGRI-SERFOR- ATFFS-SELVA CENTRAL	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	163.242	0	Unsupervised/ No supervisado
6	NC. San Francisco de Cushireni	D000486-2022- MIDAGRI-SERFOR- ATFFS-SELVA CENTRAL	<i>Dipteryx charapilla</i> (J. F. Macbr.) Ducke	143.148	0	Unsupervised/ No supervisado
				1 802.172	442.575	-

FMP 1 and 2 correspond to the same forest management unit in favor of Santa Rosita de Shirintiari, as in the first plan the total number of authorized trees was not fully harvested. NC: native communities, OSINFOR: Supervisory Agency for Forest and Wildlife Resources.

Los PMF 1 y 2 corresponden a una misma unidad de manejo forestal a favor de Santa Rosita de Shirintiari, debido a que en el primero no aprovechó la totalidad de los árboles autorizados. CC. NN.: comunidades nativas, OSINFOR: Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre.

Table 3 shows the botanical identification of nine seed trees in FMU belonging to three holders who transported timber of the genus *Dipteryx*. In two native communities, the genus was correctly identified, but not the species, which confirmed the presence of *D. ferrea* only in the district of Río Tambo. In contrast, in the private property of Pangao, *D. micrantha* was incorrectly authorized, when it actually corresponded to *Thyrsoodium spruceanum* Benth. vel sp. aff. These results are consistent with those reported by Honorio Coronado et al. (2020), who indicate that morphological similarity within the genus makes field identification difficult. Likewise, the findings contrast with the FMPs approved between 2019 and 2021, which authorized *Dipteryx odorata* (Aubl.) Forsyth f., a species that has been ruled out for Peru by García-Dávila et al. (2020), instead identifying three genetically distinct taxa: *D. charapilla*, *D. micrantha* morphotype 1, and morphotype

género, pero no la especie, lo cual confirmó la presencia de *D. ferrea* solo en el distrito de Río Tambo. En contraste, en el predio privado de Pangao se autorizó erróneamente *D. micrantha* cuando en realidad correspondía a *Thyrsoodium spruceanum* Benth. vel sp. aff. Estos resultados coinciden con lo expuesto por Honorio Coronado et al. (2020), quienes señalan que la similitud morfológica del género dificulta su identificación en campo. Asimismo, los resultados contrastan con los PMF aprobados entre 2019 y 2021, que autorizaron *Dipteryx odorata* (Aubl.) Forsyth f., especie descartada para Perú por García-Dávila et al. (2020), identificando en su lugar tres especies genéticamente distintas: *D. charapilla*, *D. micrantha* morfotipo 1 y morfotipo 2. Por su parte, el SERFOR, en el 2023, validó solo tres especies: *D. charapilla*, *D. ferrea* y *D. micrantha*. Estos errores evidencian la necesidad urgente de fortalecer las capacidades técnicas de materos y especialistas en la identificación botánica, como ya

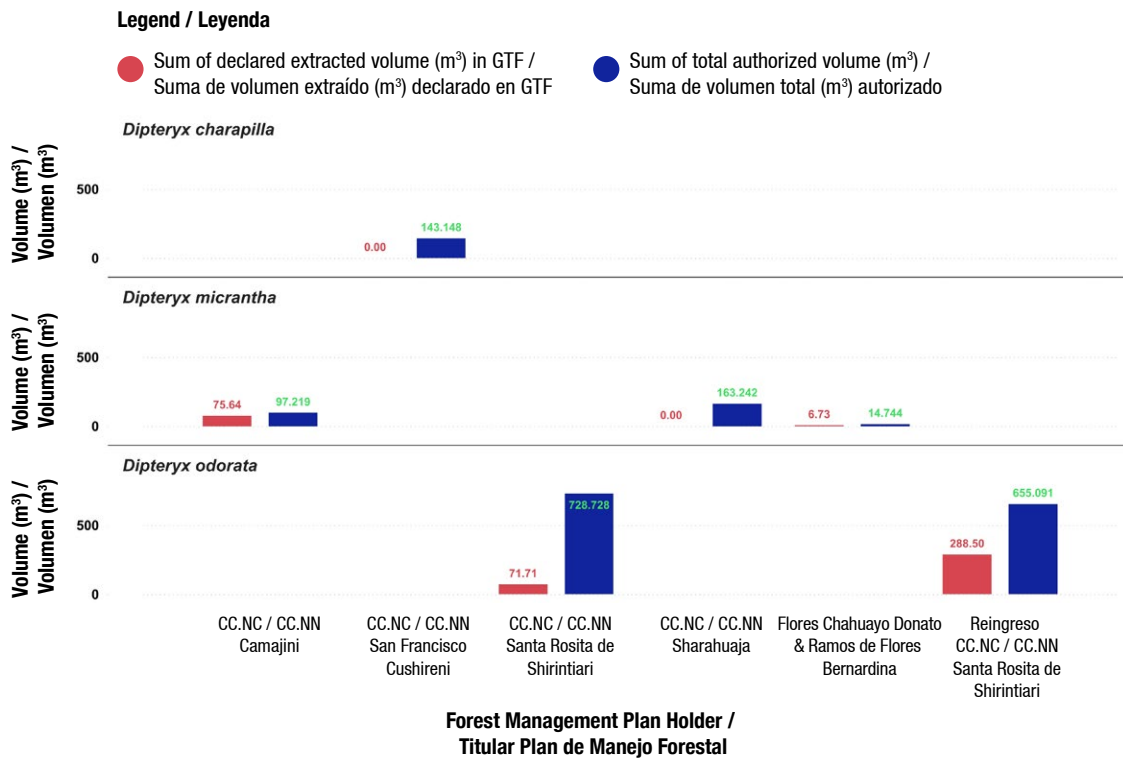


Figure 2. Balance of authorized and extracted roundwood volume of tree species of the genus *Dipteryx*, according to Forest Transport Guides (GTF) in the province of Satipo, Peru, during the period 2017-2022. NC.: native communities.

Figura 2. Balance de volumen autorizado y extraído de madera en rollo de las especies del género *Dipteryx*, de acuerdo con las guías de transporte forestal (GTF) en la provincia de Satipo, Perú, durante el periodo 2017-2022. CC. NN.: comunidades nativas.

Table 3. Botanical identification of nine seed trees of the genus *Dipteryx*, conducted by the Missouri Botanical Garden, in Forest Management Units (FMUs) in the province of Satipo, Peru.

Cuadro 3. Identificación botánica de nueve árboles semilleros del género *Dipteryx*, realizada por el Jardín Botánico de Missouri, en las unidades de manejo forestal (UMF) de la provincia de Satipo, Perú.

FMU holder / Titular de la UMF	Species approved through AR / Especie aprobada mediante RA	Seed tree code / Código de árbol semillero	UTM coordinates WGS 18 S / Coordenadas UTM WGS 18 S		Botanical identification result / Resultado de identificación botánica
			East (m)	North (m)	
Santa Rosita de Shirintiari native community / CC. NN. Santa Rosita de Shirintiari	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Forsyth f.	143	645 489	8 791 213	<i>Dipteryx ferrea</i> (Ducke) Ducke
		402	646 043	8 791 748	<i>Dipteryx ferrea</i> (Ducke) Ducke
		452	646 366	8 791 504	<i>Dipteryx ferrea</i> (Ducke) Ducke
		645	646 789	8 791 408	<i>Dipteryx ferrea</i> (Ducke) Ducke
Camajini native community / CC. NN. Camajini	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	493	623 566	8 761 459	<i>Dipteryx ferrea</i> (Ducke) Ducke
		531	623 438	8 761 302	<i>Dipteryx ferrea</i> (Ducke) Ducke
		1 059	623 603	8 761 948	<i>Dipteryx ferrea</i> (Ducke) Ducke
Flores Chahuayo Donato and Ramos de Flores Bernardina	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	398	603 069	8 693 655	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth. vel sp. aff.
		111	603 781	8 694 114	<i>Thyrsodium spruceanum</i> Benth. vel sp. aff.

AR: administrative resolution

RA: resolución administrativa, CC. NN.: Comunidades nativas.

2. Furthermore, SERFOR (2023) validated only three species: *D. charapilla*, *D. ferrea* and *D. micrantha*. These errors highlight the urgent need to strengthen the technical capacity of field botanists and specialist in species identification, as already noted by Cysneiros et al. (2018) in Brazil, where species such as *D. punctata* and *D. odorata* are grouped under the common name 'Cumaru', which leads to taxonomic confusion. In Peru, all *Dipteryx* species are traded under the common name 'Shihuahuaco'. In this sense, the single common name for multiple species conceals the true diversity of the genus and, as noted by Do Nascimento et al. (2017), compromises traceability and the effectiveness of control in high-value timber species. Therefore, accurate identification is essential to determine the most intensively harvested species in Satipo and to design effective regulatory measures that ensure sustainable management.

Analysis of transported volumes of the genus *Dipteryx*

Figure 3 shows the analysis of the four FMPs approved by the ATFFS Selva Central that recorded the transport of roundwood of the genus *Dipteryx* in the province of Satipo. The results should be interpreted considering that each FMP harvested a different number of trees,

lo advirtió Cysneiros et al. (2018) para Brasil, donde especies como *D. punctata* y *D. odorata* se agrupan bajo el nombre común 'Cumaru', el cual genera confusiones taxonómicas. En Perú, todas las especies de *Dipteryx* se comercializan como 'Shihuahuaco'; en este sentido, el uso del nombre común para múltiples especies oculta la diversidad real del género y, tal como señala Do Nascimento et al. (2017), compromete la trazabilidad y la eficacia del control en especies de alto valor comercial. Por ello, la identificación precisa es clave para la determinación de las especies más extraídas en Satipo y para el diseño de medidas regulatorias efectivas que garanticen el manejo sostenible.

Análisis de los volúmenes movilizados del género *Dipteryx*

La Figura 3 muestra el análisis de los cuatro PMF aprobados por la ATFFS Selva Central que registraron movilización de madera en rollo del género *Dipteryx* en la provincia de Satipo. Los resultados deben interpretarse considerando que cada PMF aprovechó un número distinto de árboles, según los registros de LO-TH y GTF. El análisis de volúmenes reveló excedentes de 3.8 % (comunidad nativa Camajini), 24.35 % (reingreso a Santa Rosita de Shirintiari) y 47.69 % (Santa Rosita de Shirintiari), mientras que el predio privado en Pangoa reportó un



Figure 3. Volumes estimated in the forest management plan and volumes obtained during harvesting according to the Forest Transport Permits (GTFs) in the province of Satipo, Peru, during the 2017-2022. NC: native communities.

Figura 3. Volúmenes estimados en el plan de manejo forestal y los volúmenes obtenidos en el aprovechamiento de acuerdo con las guías de transporte forestal (GTF) en la provincia de Satipo, Perú, durante el periodo 2017-2022. CC. NN.: comunidades nativas.

according to the records from HP-OB and GTF. The volume analysis revealed surpluses of 3.8 % (Camajini native community), 24.35 % (Second-entry harvest Santa Rosita de Shirintiari), and 47.69 % (Santa Rosita de Shirintiari), whereas the private property in Pangoa reported a volume 52.6 % lower than the authorized amount. In all four FMP, commercial volume was estimated using the generic form factor (FF) of 0.65 established by Peruvian regulations, which only exempt mahogany (*Swietenia macrophylla* King) by assigning region-specific factors, in accordance with RDE D000034-2021-MIDAGRI-SERFOR-DE.

Studies such as those by Silva et al. (2022) indicate that the most appropriate FF for estimating the commercial volume of *D. odorata* is 0.777, which contrast with Brazilian forest legislation that establishes an FF of 0.7 for all species, whereas Biazatti et al. (2020) reported an FF of 0.74 for the same species. Both studies concluded that the generic value established by Brazilian regulations underestimates the actual volume of *D. odorata*. In turn, Oluwajuwon et al. (2024) had already warned that reliance on predetermined FFs may lead to volume estimation errors ranging from 17 to 35 %. Likewise, De Lima et al. (2021) noted that the traditional use of FF = 0.7, which is common in the Brazilian Amazon, produces less reliable estimates and greater errors than the use of local FFs that yield more accurate results. They further emphasized that when local equations are unavailable, it is preferable to use a generic model developed in another region, as it may better capture tree architecture than applying a standard FF.

The literature and the results of the reviews of the FMPs suggest that the generalized use of FF = 0.65 in Peruvian legislation leads to underestimation of timber volumes; therefore, the development of local FFs for *D. ferrea* is necessary to obtain more accurate estimates.

Supply chain of the genus *Dipteryx* in primary processing centers

The review of the field GTFs supporting the transport of roundwood identified two PPCs that received this timber.

Table 4 shows that PPC 2 requested the cancellation of the authorization granted by the ATFFS Selva Central; however, both the PPC-OB and its GTFs remained archived at the ATFFS SEC-sede Satipo, which made it possible to reconstruct the information required for tracing the timber that entered this PPC.

Traceability analysis in primary processing centers

The legal framework regulating the PPC-OB formats was approved through RDE 152-2018-MINAGRI-SERFOR/DE and became mandatory on March 31,

volumen 52.6 % inferior al aprobado. En los cuatro PMF, el volumen comercial se estimó bajo el factor de forma (FF) genérico de 0.65 establecido por la normativa peruana, la cual solo exceptúa a la caoba (*Swietenia macrophylla* King) con factores específicos, según la región, de acuerdo con la RDE D000034-2021-MIDAGRI-SERFOR-DE.

Estudios como los de Silva et al. (2022) indican que FF más adecuado para la estimación del volumen comercial de *D. odorata* es de 0.777, el cual contrasta con la legislación forestal en Brasil que establece 0.7 como FF para todas las especies, mientras que Biazatti et al. (2020) señalan que el FF para esta misma especie es de 0.74. Ambos estudios concluyen que el valor genérico de la normativa en Brasil subestima el volumen real para *D. odorata*. Por su parte, Oluwajuwon et al. (2024) ya advertían que la dependencia de FF preestablecidos puede llevar a errores de estimación de volumen que pueden alcanzar entre 17 a 35 %. De Lima et al. (2021) también señalan que el uso tradicional de un FF = 0.7 (común en la Amazonía brasileña) genera estimaciones menos confiables y con mayores errores que el uso de FF locales que ofrecen resultados superiores; asimismo, precisan que cuando no hay ecuaciones locales disponibles es preferible usar un modelo genérico desarrollado en otra región, el cual podría capturar mucho mejor la arquitectura del árbol, antes que aplicar un FF estándar.

La literatura y los resultados de las revisiones de los PMF sugieren que la generalización del FF = 0.65 en la legislación peruana genera subestimaciones de los volúmenes, por lo que es imperativo el desarrollo de FF locales para *D. ferrea* a fin de tener estimaciones más precisas.

Cadena productiva del género *Dipteryx* en los centros de transformación primaria

De la revisión de las GTF de campo que justifican la movilización de la madera rolliza, se identificaron dos CTP que recibieron esta madera.

El Cuadro 4 muestra que el CTP 2 solicitó su renuncia a la autorización otorgada por la ATFFS Selva Central; no obstante, tanto el LO-CTP y sus GTF quedaron archivados en la sede administrativa de la ATFFS SEC-sede Satipo, lo que permitió la reconstrucción de la información para la trazabilidad de la madera que ingresó a este CTP.

Análisis de la trazabilidad en los centros de transformación primaria

El dispositivo legal que regulaba los formatos de LO-CTP fue aprobado mediante la RDE 152-2018-MINAGRI-SERFOR/DE con aplicación obligatoria a partir del 31 de marzo de 2021 conforme a la RDE D000138-2020-MIDAGRI-SERFOR-DE. Estas normas establecen que

Table 4. Data on the primary processing centers (PPCs) established in the province of Satipo, Peru.**Cuadro 4. Datos de los centros de transformación primaria (CTP) establecidos en la provincia de Satipo, Perú.**

PPC/ CTP	Administrative resolution approving the PPC/ Resolución administrativa que aprueba el CTP	Authorization code / Código de autorización	Validity status / Estado de vigencia
1	D000008-2020-MINAGRI-SERFOR- ATFFS-SELVA CENTRAL	12-SEC/AUT-CTP-2020-08	Active / Vigente
2	241-2021-MINAGRI-SERFOR- ATFFS-SELVA CENTRAL	12 SEC/AUT-CTP-2021-016	Inactive / No vigente Resignation accepted through Resolution D000211- 2022-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-SELVA CENTRAL / Renuncia aceptada mediante la resolución D000211- 2022-MIDAGRI-SERFOR-ATFFS-SELVA CENTRAL

2021, in accordance with RDE D000138-2020-MIDAGRI-SERFOR-DE. These regulations establish that PPC-OB must include four sections (entries, log consumption, finished products, and outputs), two subsections (source of timber origin and log cutting), and two summary tables. However, only the summary tables must be submitted monthly to the ATFFS, whereas the remaining tables sections are provided only upon request. This regulatory structure limit comprehensive timber traceability because complete access to the detailed PPC-OB records was unavailable, as the ATFFS SEC-sede Satipo only had access to the GTFs issued by the PPCs and the summary tables.

Figure 4 shows that PPC 1 recorded a total inflow of 435.845 m³ of roundwood according to the field GTFs from the district of Río Tambo, whereas PPC 2 received 6.729 m³ based on the field GTFs from the district of Pangoa.

Figure 5 shows the comparative analysis between the PPC-OB and the GTFs. This analysis revealed divergent sawmilling recovery rates: 79.97 % in PPC 2 for *T. spruceanum* vel sp. aff. (misidentified as *D. micrantha*) and 45.96 % in PPC 1 for *D. ferrea*. These values should be interpreted with caution, as they do not necessarily reflect the technological efficiency of the facilities, but may instead be influenced by the lack of standardized measurements, product variability, and inconsistencies detected in the records of inflows, outflows, and balances. In particular, a critical traceability gap was identified in PPC 1, which recorded an inflow of 415.444 m³ of roundwood in its PPC-OB, produced 190.947 m³ of sawn timber, and declared outflows totaling 182.571 m³, of which only 87.654 m³ were supported by GTFs, leaving 94.917 m³ without transport documentation. This situation weakens traceability and could facilitate fraud in the timber trade, as reported by Da Silva et al. (2010).

Sawmilling recovery rates for *D. odorata* in Brazil show considerable variation in the literature, influenced by sawing technology, log diameter, and log quality, De Lima et al. (2020) documented a recovery rate of

los LO-CTP deben incluir cuatro secciones (ingresos, consumo de trozas, producto terminado y salidas), dos apartados (fuente de procedencia de la madera y troceado) y dos cuadros de resumen. Sin embargo, solo los cuadros de resumen deben remitirse mensualmente a la ATFFS, mientras que el resto de las secciones se presentan solo si son requeridas. Esta estructura normativa limitó la trazabilidad exhaustiva de la madera, debido a que no se contó con acceso completo a los registros detallados de los LO-CTP, ya que la ATFFS SEC-sede Satipo solo disponía de las GTF emitidas por los CTP y los cuadros de resumen.

La Figura 4 muestra que el CTP 1 registró un ingreso total de 435.845 m³ de madera en rollo según las GTF de campo que provienen del distrito de Río Tambo, mientras que el CTP 2 ingresó 6.729 m³ conforme a las GTF de campo procedentes del distrito de Pangoa.

La Figura 5 muestra el análisis comparativo entre los LO-CTP y las GTF. Este permitió deducir rendimientos de aserrío divergentes: 79.97 % en el CTP 2 para *T. spruceanum* vel sp. aff. (identificado erróneamente como *D. micrantha*) y 45.96 % en el CTP 1 para *D. ferrea*. Dichos valores deben interpretarse con cautela, ya que no refleja necesariamente la eficiencia tecnológica del establecimiento, sino que podrían estar influenciados por la falta de estandarización en las mediciones, la variabilidad de los productos y las inconsistencias detectadas en los registros de ingresos, salidas y saldos. Particularmente, en el CTP 1 se halló una brecha crítica de trazabilidad, pues registró en su LO-CTP un ingreso de 415.444 m³ de madera en rollo, obtuvo 190.947 m³ de madera aserrada y declaró salidas por 182.571 m³, de los cuales solo 87.654 m³ contaban con GTF, dejando 94.917 m³ sin documentación de transporte. Tal situación debilita la trazabilidad y podría favorecer fraudes en el comercio forestal, según lo señalado por Da Silva et al. (2010).

Los rendimientos de aserrío de *D. odorata* en Brasil presentan variaciones significativas en la literatura, influenciadas por la tecnología del corte, el diámetro y la calidad del tronco. De Lima et al. (2020)

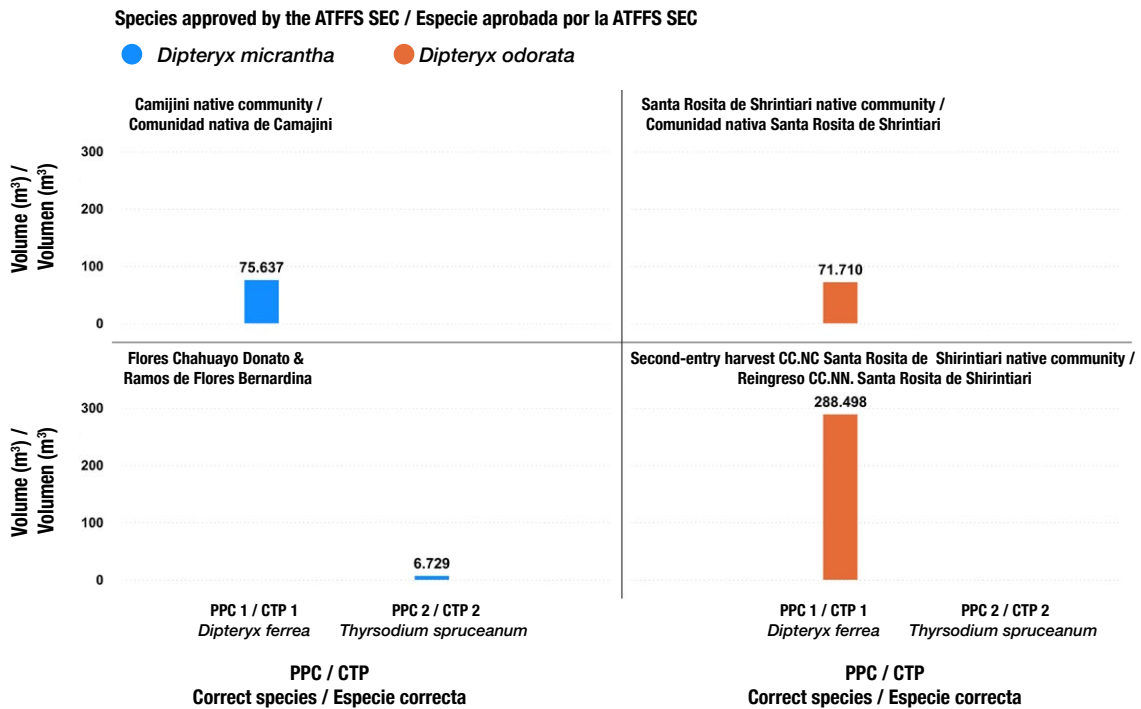


Figure 4. Record of roundwood inflows to primary processing centers (PPCs) according to source of origin and species approved by the Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Selva Central-sede Satipo (ATFFS SEC-sede Satipo) in Peru during the 2017-2022 period.

Figura 4. Registro de ingreso de madera en rollo a los centros de transformación primaria (CTP) según la fuente de procedencia y las especies aprobadas por la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Selva Central-sede Satipo (ATFFS SEC-sede Satipo) en Perú, durante el periodo 2017-2022.

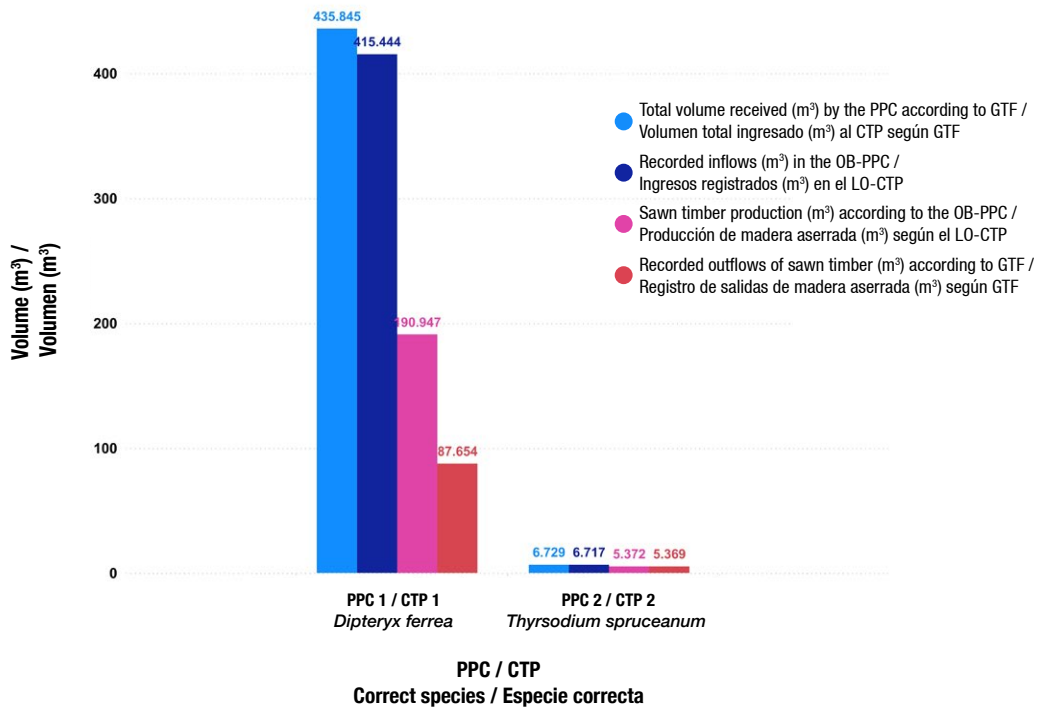


Figure 5. Balance between roundwood inflows and sawn timber production based on forest transport permits (GTF) and the operation books of primary processing centers (PPC-OB) in the province of Satipo, Peru, during the 2017-2022 period.

Figura 5. Balance de madera en rollo ingresada y madera aserrada producida con base en las guías de transporte forestal (GTF) y los libros de operaciones de los centros de transformación primaria (LO-CTP) en la provincia de Satipo, Perú, durante el periodo 2017-2022.

39.07 % and attributed this lower value to the presence of cracks, pronounced taper, and log tortuosity in the processed material, whereas Oliveira et al. (2003) reported averages ranging from 55 % to 67 %. Likewise, De Melo et al. (2019) recorded an average recovery rate of 47.13 % with ranges varying according to log health conditions. Despite these fluctuations, the recovery rates reported for *D. odorata* in these studies exceed the legal standard of 35 % established under Brazilian regulations. In Peru, SERFOR established through RDE D000259-2024-MIDAGRI-SERFOR-DE that the reference recovery rate from roundwood to sawn timber is 56 % for non-CITES species, whereas for protected species such as mahogany (*S. macrophylla*) and cedar (*Cedrela P. Browne*), the regulation establishes a recovery rate of 52 %, according to the Resolución Jefatural 075-2008-INRENA (Headquarters Resolution).

The absence of sawmilling recovery rates for the genus *Dipteryx* as a CITES-listed species prevents the comparison between declared productivity and the actual production capacity of PPCs. This situation, together with the use of operation book summaries based on self-reported formats, weakens traceability and creates opportunities for overestimated recovery rates that could conceal illegally sourced timber. As warned by Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2017), PPCs represent the most critical link in the supply chain, facilitating the introduction of illegal timber into the market.

Forest control

Based on the analysis of the GTFs issued by the PPCs, the destinations of the sawn timber, and the geographic distribution, four forest control checkpoints (FCP) were identified: El Pedregal, La Oroya, Corcona and Pucusana.

Of the 17 GTFs issued, the FCPs inspected only eight, corresponding to 55.463 m³ (59.6 % of the total volume transported), without detecting that *T. spruceanum* vel sp. aff. was being transported under the name *D. micrantha*, nor the inconsistencies between *D. ferrea* and *D. odorata*. Although distinguishing species within the same genus is complex in sawn timber products, differentiation between distinct genera (*Thyrsodium* vs. *Dipteryx*) is feasible through the observation of basic organoleptic and macroscopic characteristics. A contradiction was identified at this stage of the supply chain: while 78 % of specialists reported being able to identify the genus at the species level, the recording errors detected reveal a gap between perceived technical capacity and the actual effectiveness of forest control. These findings also highlight the need to strengthen the use of technological support tools, such as mobile applications for microscopic wood identification. These systematic deficiencies are consistent with findings reported by Do

documentaron un rendimiento de 39.07 % y atribuyen este valor inferior a la presencia de grietas, conicidad pronunciada y tortuosidad en los troncos procesados, mientras que Oliveira et al. (2003) reportaron promedios entre 55 % y 67 %. Asimismo, De Melo et al. (2019) registraron un promedio de 47.13 % con rangos que varían según la sanidad de la troza. A pesar de estas fluctuaciones, los rendimientos de *D. odorata* en estos estudios superan el estándar legal del 35 % exigido por la normativa brasileña. En Perú, el SERFOR estableció mediante la RDE D000259-2024-MIDAGRI-SERFOR-DE que el rendimiento referencial de madera en troza a madera aserrada es de 56 % para especies no CITES, mientras que, para especies protegidas como caoba (*S. macrophylla*) y cedro (*Cedrela P. Browne*), la normativa fija 52 % de acuerdo con la Resolución Jefatural 075-2008-INRENA.

La carencia de rendimientos de aserrío para el género *Dipteryx* como especie CITES impide el contraste de la productividad declarada con la capacidad de producción real de los CTP. Esta situación, sumada al uso de resúmenes de libros de operaciones basados en formatos declarativos, vulnera la trazabilidad y genera un espacio para sobrestimaciones de rendimiento que podrían encubrir madera de origen ilegal. Tal como advierte la FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017), los CTP constituyen el eslabón más crítico de la cadena, facilitando la inserción de producto ilegal en el mercado.

Control forestal

A partir del análisis de las GTF emitidas por los CTP, los destinos de la madera aserrada y la distribución geográfica, se identificaron cuatro puestos de control forestal (PCF): El Pedregal, La Oroya, Corcona y Pucusana.

De 17 GTF emitidas, los PCF inspeccionaron solo ocho, equivalentes a 55.463 m³ (59.6 % del total movilizado), sin detectar que se transportaba *T. spruceanum* vel sp. aff. bajo el nombre de *D. micrantha*, ni inconsistencias entre *D. ferrea* y *D. odorata*. Aunque la diferenciación entre especies del mismo género es compleja en piezas aserradas, la distinción entre géneros distintos (*Thyrsodium* vs. *Dipteryx*) es factible mediante la observación de caracteres organolépticos y macroscópicos básicos. Existe contradicción en este eslabón: mientras 78 % de los especialistas afirma identificar el género a nivel de especie, los errores de registro detectados evidencian una brecha entre la percepción técnica y la precisión real del control; además, subraya la necesidad de fortalecer el uso de herramientas tecnológicas de apoyo, como aplicativos móviles de identificación microscópica. Estas deficiencias sistemáticas coinciden con lo reportado por Do Nascimento et al. (2017) en Brasil, donde el uso incorrecto de nombres comunes en el transporte de

Nascimento et al. (2017) in Brazil, where the incorrect use of common names in the transport of sawn timber compromises the legality of high-value timber species.

At the operational level, forest control faces significant technological and budgetary constraints that weaken resource traceability. Forest control specialists have access to basic equipment but lack tools capable of detecting, in real time, excess volumes of transported sawn timber. Likewise, although the OSINFOR Management Information System (SIGO) facilitates the identification of illegality risks in previously supervised FMPs, it does not provide detailed information on the volume of sawn timber transported from each FMP. In addition, FCPs lack effective mechanisms to monitor the remaining balance of volumes transported from PPCs, a situation further aggravated by restricted access to PPC-OB, which prevents forest control specialists from cross-checking roundwood inflows against processed timber outflows. As noted by Zamora Velazco (2021), these deficiencies reflect broader institutional weaknesses characterized by insufficient budgets and limited technical capacity within the ATFFSs, together with limited interest from SERFOR in strengthening decentralized forest governance.

Finally, the current “Forest Timber Control Protocol for Land Transportation” does not allow adequate monitoring of volumes in transit. This combination of factors, together with the lack of technological tools such as official identification applications and the absence of effective monitoring of PPC balances, represents an additional limitation for ensuring timber traceability and legality.

Commercialization routes

Timber from the genus *Dipteryx* extracted from sites with approval FMP in the province of Satipo followed relatively long commercialization routes (Figure 6), beginning in the FUMs, passing through PPCs 1 and 2, and ending primarily in the department of Lima (91 % of the total transported volume 84.647 m³ out of 93.027 m³), with smaller destinations in the departments of San Martín and Junín. This concentration reflects a pattern previously documented by Mejía et al. (2015) in Ucayali, where the capital city of Lima also absorbed most of the timber production. This pattern may be attributed to Lima’s strategic position within the national road network, its relative proximity to production areas, and its industrial capacity. The similarity of these trade circuits underscores the need to strengthen traceability and control mechanisms.

Study limitations

This study was based on the collection and analysis of official government documents, and its findings should

madera aserrada compromete la legalidad de especies maderables de alto valor.

A nivel operativo, el control forestal enfrenta limitaciones tecnológicas y presupuestarias significativas que vulneran la trazabilidad del recurso. El personal dispone de equipamiento básico, pero carece de herramientas que permitan advertir, en tiempo real, excesos en los volúmenes de madera aserrada transportada. Asimismo, aunque el Sistema de Información Gerencial (SIGO) del OSINFOR facilita la detección de riesgos de ilegalidad en PMF ya supervisados, no proporciona información detallada sobre el volumen de madera aserrada movilizadora por cada PMF. Además, los PCF no cuentan con mecanismos efectivos para el control de los saldos de los volúmenes movilizados desde los CTP y se agrava por el acceso restringido a los LO-CTP, lo cual impide que los especialistas en control contrasten los ingresos de madera en rollo con las salidas de producto procesado. Como señala Zamora Velazco (2021), estas deficiencias se enmarcan en una debilidad institucional caracterizada por el presupuesto escaso y la capacidad técnica limitada de las ATFFS, sumado a un bajo interés del SERFOR para el fortalecimiento de la gestión forestal descentralizada.

Finalmente, el actual “Protocolo de Control Forestal Maderable en el Transporte Terrestre” no permite el seguimiento adecuado de saldos en tránsito. Esta suma de factores, la falta de herramientas tecnológicas, como aplicativos oficiales de identificación, y la ausencia de control sobre los saldos de los CTP representan una limitación adicional para garantizar la trazabilidad y legalidad de la madera.

Rutas de comercialización

La madera del género *Dipteryx* extraída de los sitios con PMF, aprobados en la provincia de Satipo, sigue circuitos de comercialización relativamente largos (Figura 6) que iniciaron en las UMF, pasaron por los CTP 1 y 2 y culminaron, principalmente, en el departamento de Lima (91 % del volumen total movilizado: 84.647 m³ de 93.027 m³) con destinos menores a los departamentos de San Martín y Junín. Esta concentración refleja un patrón ya documentado por Mejía et al. (2015) en Ucayali, donde la capital Lima también absorbió la mayor parte de la producción maderera, que podría ser atribuible a su posición estratégica en la red vial nacional, su relativa proximidad a zonas productoras y su capacidad industrial. La similitud de estos circuitos comerciales subraya la necesidad de fortalecer los mecanismos de trazabilidad y control.

Limitaciones del estudio

El estudio se basó en la recopilación y análisis de documentos oficiales de carácter gubernamental, cuyos

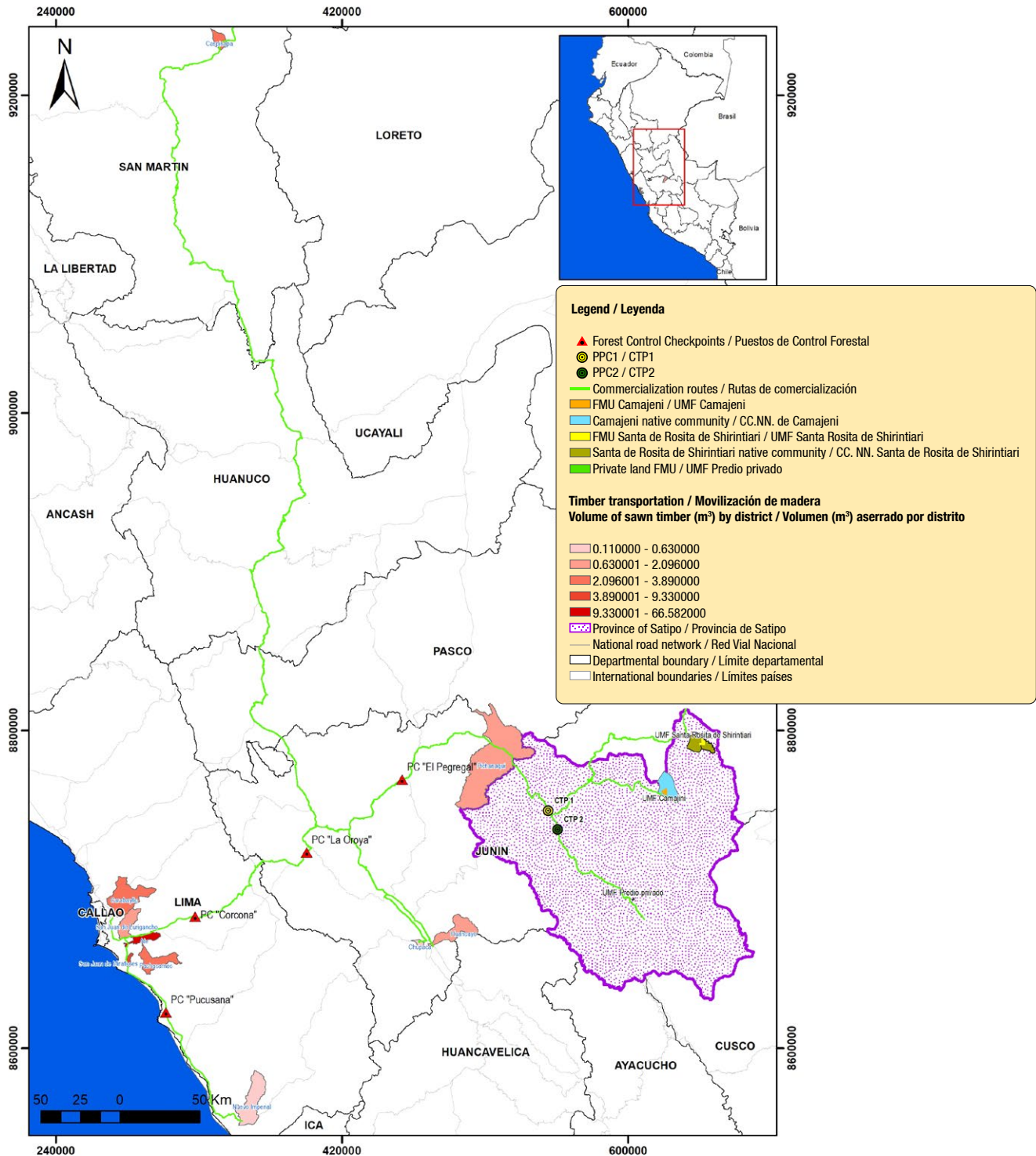


Figure 6. Commercialization routes of *Dipteryx* timber from the province of Satipo. PPC: primary processing center; FMU: forest management unit; FCP: forest control checkpoint.

Figura 6. Rutas de comercialización de la madera del género *Dipteryx* procedente de la provincia de Satipo. CC. NN.: comunidades nativas, CTP: centro de transformación primaria, UMF: unidad de manejo forestal, PC: puesto de control.

therefore be interpreted considering the following limitations

First, some assessments may involve a degree of subjectivity. One example is the estimation of sawmilling recovery rates for timber of the genus *Dipteryx* in the PPCs, since these data were not recorded in the corresponding PPC-OB. Consequently, the recovery rates were inferred from the recorded inflows of roundwood and the reported volumes of sawn timber production.

Second, limitations were identified regarding data availability. During the collection of data from the PPC-OB, it was found that the ATFFS Selva Central – sede Satipo, only maintained summary tables, whereas other key sections, such as records of log inflow, log consumption, product inventories, and outflow records, were held exclusively by the PPC owners, who declined to share these records. This limitation prevented the precise calculation of both sawmilling recovery rates and the volume of local sales of sawn timber.

Third, it is important to note that this study focused exclusively on the province of Satipo, despite the existence of other provinces in departments with higher production volumes of *Dipteryx*, such as Madre de Dios, Ucayali and Loreto. Nevertheless, the relevance of this study lies in the need to understand the traceability of *Dipteryx* in an area where, although its presence is lower, harvesting and processing activities still occur. This made it possible to adopt an exploratory approach to forest control and to identify critical bottlenecks in the traceability system.

Despite these limitations, the findings of this study provide relevant contributions for forestry stakeholders and authorities, because they offer a holistic perspective of the different links within the production chain. These results may serve as inputs for improving regulations and procedures aimed at strengthening timber traceability.

Conclusions

The production chain of *Dipteryx* in Satipo shows weaknesses in botanical identification, traceability, and forest control, arising from the ambiguity of the commercial name 'Shihuahuaco', the absence of official sawmilling recovery standards, and the widespread use of the 0.65 form factor of estimating standing tree volume. Forest control checkpoints operate under severe limitations, including the lack of real-time access to key records from primary processing centers and inadequate formats for monitoring timber volumes in transit, which hinder verification of the legal origin of timber. The commercialization pattern,

resultados deben interpretarse a la luz de las siguientes limitaciones.

En primer lugar, algunos juicios realizados pueden ser de naturaleza subjetiva. Un ejemplo de ello es la estimación del rendimiento de aserrío para la madera del género *Dipteryx* en los CTP, dado que este dato no se encontraba registrado en sus respectivos LO-CTP; es decir, su cálculo fue el resultado de una deducción basada en los registros de ingresos de madera en rollo y los volúmenes de producción de madera aserrada.

En segundo lugar, se identificaron restricciones en la disponibilidad de información. Durante la recopilación de datos de los LO-CTP se constató que la ATFFS Selva Central – sede Satipo, únicamente disponía de los cuadros resumen, mientras que otras secciones claves como los registros de ingreso de trozas, consumo de trozas, productos y registros de salidas, solo se encontraban en poder de los titulares de los CTP, quienes no aceptaron compartir dichos registros. Esta limitación impidió el cálculo preciso tanto de los rendimientos de aserrío como del volumen de ventas locales de madera aserrada.

En tercer lugar, es importante señalar, que el estudio se centró únicamente en la provincia de Satipo, a pesar de que hay otras provincias en departamentos con mayor volumen de producción del género *Dipteryx* como Madre de Dios, Ucayali y Loreto. No obstante, la pertinencia de este estudio surge por la necesidad de comprender la trazabilidad del género *Dipteryx* en una zona donde, aunque su presencia es menor, existe actividad de aprovechamiento y transformación. Esto permitió un enfoque exploratorio sobre el control forestal e identificó los cuellos de botella.

A pesar de estas limitaciones, los resultados de este estudio tienen aportes relevantes para los actores y las autoridades forestales, ya que proporciona una visión holística de los eslabones de la cadena productiva, los cuales pueden ser considerados como insumos para el mejoramiento de las normas y procedimientos que fortalezcan la trazabilidad de la madera.

Conclusiones

La cadena productiva del género *Dipteryx* en Satipo presenta debilidades en la identificación botánica, trazabilidad y control forestal, originadas por la ambigüedad del nombre comercial 'Shihuahuaco', la ausencia de estándares oficiales de rendimientos de aserrío y el uso generalizado del factor de forma 0.65 para la estimación de volumen de los árboles en pie. Los puestos de control forestal operan con limitaciones severas, como la falta de acceso en tiempo real a registros clave de los centros de transformación

highly centralized toward Lima with 91 % of the total volume transported, together with the gaps identified in this study, highlights the need to modernize control and traceability systems to ensure sustainability and legality following the inclusion of this genus in CITES.

Acknowledgments

The authors thank the Fondo de Canon Minero of the Universidad Nacional del Centro del Perú for funding the undergraduate thesis project entitled “*Cadena productiva del género Dipteryx en la jurisdicción de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Selva Central – sede Satipo*”.

Conflict of Interest Declaration

The authors declare that they have no economic conflicts of interest or known personal relationships that could have influenced the research presented in this article.

Declaration of Artificial Intelligence (AI) Use

The authors declare that no generative AI or AI-assisted technology was used in the preparation of this manuscript.

End of English version

References / Referencias

- Ahmed, J. U. (2010). Documentary research method: New dimensions. *Indus Journal of Management & Social Science (IJMSS)*, 4(1), 1–14. <https://ideas.repec.org/a/iijh/journal/v4y2010i1p1-14.html>
- Aldana Gómero, D. R., García-Dávila, C. R., Hidalgo Pizango, C. G., Flores Llampazo, G. R., del Castillo-Torres, D., Reynel Rodríguez, C., Pariente Mondragón, E., & Honorio-Coronado, E. N. (2016). Análisis morfológico de las especies de *Dipteryx* en la Amazonía peruana. *Folia Amazónica*, 25(2), 101–118. <https://doi.org/10.24841/fa.v25i2.394>
- Biazatti, S. C., Volpato Scoti, M. S., Brito Júnior, J. F., Mõra, R., & Cardozo, G. H. (2020). Eficiência de métodos para estimativa volumétrica de espécies nativas na Amazônia Ocidental. *Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais*, 8(2), 253–259. <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i2.8081>
- Bryman, A. (2012). *Social research methods* (4th ed.). Oxford University Press. <https://www.amazon.com/Social-Research-Methods-Alan-Bryman/dp/0199588058>
- Clark, D. A., & Clark, D. B. (2001). Getting to the canopy: Tree height growth in a neotropical rain forest. *Ecology*, 82(5), 1460–1472. [https://doi.org/10.1890/0012-9658\(2001\)082\[1460:GTTCTH\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(2001)082[1460:GTTCTH]2.0.CO;2)
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). (2024, April 4). *Checklist of CITES species. Dipteryx spp.* <https://checklist.cites.org/#/es>

primaria y formatos inadecuados para el monitoreo de saldos en tránsito, lo que dificulta la verificación del origen legal de la madera. El patrón de comercialización centralizado hacia Lima, con 91 % del volumen, y las brechas detectadas exigen la modernización de los sistemas de control y trazabilidad para garantizar la sostenibilidad y legalidad ante la inclusión de este género en la CITES.

Agradecimientos

Al fondo de canon minero de la Universidad Nacional del Centro del Perú por financiar el proyecto de tesis de pregrado “*Cadena productiva del género Dipteryx en la jurisdicción de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Selva Central – sede Satipo*”.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaramos que no tenemos conflictos de intereses económicos ni relaciones personales conocidas que pudieran haber influido en el trabajo presentado en este artículo.

Declaración del uso de inteligencia artificial (IA)

Los autores declaramos no haber utilizado IA generativa o tecnologías asistidas por IA para el desarrollo del presente manuscrito.

Fin de la versión en español

- Cysneiros, V. C., De Oliveira Mendonça Júnior, J., Lanza, T. R., Resende De Moraes, J. C., José, O., & Samor, M. (2018). Espécies madeireiras da Amazônia: riqueza, nomes populares e suas peculiaridades. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 38, 1-14. <https://doi.org/10.4336/2018.pfb.38e201801567>
- Da Silva, D. L., Corrêa, P. L. P., & Najm, L. H. (2010). Requirements analysis for a traceability system for management wood supply chain on Amazon Forest. In *Proceedings of the 2010 Fifth International Conference on Digital Information Management (ICDIM)* (pp. 87–94). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICDIM.2010.5664635>
- De Lima, R. B., Ferreira, R. L. C., Da Silva, J. A. A., Guedes, M. C., Da Silva, D. A. S., Oliveira, C. P. De, Rabelo, F. G., & Silva, L. F. D. C. (2020). Effect of species and log diameter on the volumetric yield of lumber in northern Brazilian Amazonia: preliminary results. *Journal of Sustainable Forestry*, 39(3), 283–299. <https://doi.org/10.1080/10549811.2019.1636661>
- De Lima, R. B., Rutishauser, E., da Silva, J. A. A., Guedes, M. C., Hérault, B., de Oliveira, C. P., Aparício, P. S., Sotta, E. D., Silva da Silva, D. A., & Ferreira, R. L. C. (2021). Accurate estimation of commercial volume in tropical forests. *Forest Science*, 67(1), 14–21. <https://doi.org/10.1093/forsci/fxaa032>
- De Melo, R. R., Dacroce, J. M. F., Rodolfo Júnior, F., Lisboa, G. d. S., & França, L. C. d. J. (2019). Lumber yield of four native forest

- species of the Amazon Region. *Floresta e Ambiente*, 26(1), e20160311. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.031116>
- Do Nascimento, L. B., das Neves Brandes, A. F., Valente, F. D. W., & Tamaio, N. (2017). Anatomical identification of commercialized wood in the state of Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Botanica*, 40(1), 291–329. <https://doi.org/10.1007/S40415-016-0324-5/METRICS>
- Dourojeanni, M. J. (2020). ¿Es sostenible el aprovechamiento maderero de bosques naturales en el Perú? *Revista Forestal del Perú*, 35(2), 80–93. <https://doi.org/10.21704/RFP.V35I2.1577>
- Espinosa, T., & Valle, D. (2020). Evaluación poblacional de *Dipteryx micrantha* en la cuenca del río Las Piedras, Madre de Dios (Perú). *Revista Forestal del Perú*, 35(3), 76–85. <http://dx.doi.org/10.21704/rfp.v35i3.1603>
- ESRI. (2021). *ArcMap* (Versión 10.8.2) [Software de computadora]. Environmental Systems Research Institute. <https://www.esri.com/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2017). *La Industria de la madera en el Perú. Identificación de las barreras y oportunidades para el comercio interno de productos responsables de madera, provenientes de fuentes sostenibles y legales en las MIPYMES de Perú*. Author. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i8335es>
- Forget, P. M. (1993). Post-dispersal predation and scatterhoarding of *Dipteryx panamensis* (Papilionaceae) seeds by rodents in Panama. *Oecologia*, 94, 255–261. <https://doi.org/10.1007/BF00341325>
- Funk, V. A., Gostel, M., Devine, A., Kelloff, C. L., Wurdack, K., Tuccinardi, C., Radosavljevic, A., Peters, M., & Coddington, J. A. (2017). Guidelines for collecting vouchers and tissues intended for genomic work (Smithsonian Institution): Botany best practices. *Biodiversity Data Journal*, 5, e11625. <https://doi.org/10.3897/BDJ.5.e11625>
- García-Dávila, C., Aldana Gómeo, D., Renno, J. F., Díaz Soria, R., Hidalgo Pizango, G., Flores Llampazo, G., Castro-Ruiz, D., Mejía de Loayza, E., Angulo Chavez, C., Mader, M., Tysklind, N., Paredes-Villanueva, K., del Castillo Torres, D., Degen, B., & Honorio Coronado, E. N. (2020). Molecular evidence for three genetic species of *Dipteryx* in the Peruvian Amazon. *Genetica*, 148(1), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s10709-019-00082-2>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Honorio Coronado, E. N., Blanc-Jolivet, C., Mader, M., García-Dávila, C. R., Gómeo, D. A., del Castillo Torres, D., Llampazo, G. F., Pizango, G. H., Sebbenn, A. M., Meyer-Sand, B. R. V., Paredes-Villanueva, K., Tysklind, N., Troispoux, V., Massot, M., Carvalho, C., de Lima, H. C., Cardoso, D., & Degen, B. (2020). SNP markers as a successful molecular tool for assessing species identity and geographic origin of trees in the economically important South American legume genus *Dipteryx*. *Journal of Heredity*, 111(4), 346–356. <https://doi.org/10.1093/jhered/esaa011>
- Hurtado de Barrera, J. (2000). *Metodología de la investigación holística* (3.ª ed.). Fundación SYPAL.
- Kleinschmit, D., Ferraz Ziegert, R., & Walther, L. (2021). framing illegal logging and its governance responses in Brazil – A structured review of diagnosis and prognosis. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 624072. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.624072>
- Kunze, D. C. G. C., Pastore, T. C. M., Fontes, P. J. P., Silva, G. C. B., Sousa, A. G., Rocha, H. S., Lopes, P. V. A., & Braga, J. W. B. (2024). NIRS technology used for traceability of *Cedrela odorata* L. commercial shipment in Brazil. *Microchemical Journal*, 199, 110077. <https://doi.org/10.1016/J.MICROC.2024.110077>
- Lu, C., Aritua, B., de Leijer, H., van Liere, R., & Lee, P. T. W. (2023). Exploring causes of growth in China's inland waterway transport, 1978–2018: Documentary analysis approach. *Transport Policy*, 136, 47–58. <https://doi.org/10.1016/J.TRANPOL.2023.02.011>
- Mejía, E., Cano, W., de Jong, W., Pacheco, P., Tapia, S., & Morocho, J. (2015). *Actores, aprovechamiento de madera y mercados en la Amazonia peruana*. Center for International Forestry Research. <https://doi.org/10.17528/CIFOR/005863>
- Microsoft Corporation. (2025). *Microsoft Power BI Desktop* (Versión 2.149.1429.0) [Software de computadora]. Microsoft Corporation. <https://powerbi.microsoft.com/>
- Mujica, J., Zevallos-Trigoso, N., & Campos-Vásquez, C. (2024). Vigilar y performar. La cadena de suministro de la madera ilegal en Perú. *URVIO Revista Latinoamericana de Estudios de Seguridad*, 38, 49–68. <https://doi.org/10.17141/URVIO.38.2024.6093>
- Mushar, S. H. M., Ahmad, S. S. S., Shari, N. H. Z., & Kasmin, F. (2020). A Comparative study of log volume estimation by using statistical method. *EDUCATUM JSMT*, 7(1), 22-28. <https://doi.org/10.37134/ejsmt.vol7.1.3.2020>
- Oliveira, A. D., Martins, E. P., Scolforo, J. R. S., Pereira, J. L. R., & Nogueira, Á. S. de. (2003). Viabilidade econômica de serrarias que processam madeira de florestas nativas: O caso do município de Jarú, estado de Rondônia. *CERNE*, 9(1), 1–15. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74409101>
- Oluwajuwon, T. V., Ogbuka, C. E., Ogana, F. N., Hossain, M. S., Israel, R., & Lee, D. J. (2025). Descripción y modelado de la forma del tallo de especies de árboles tropicales con factor de forma: una revisión exhaustiva. *Forests*, 16(1), 29. <https://doi.org/10.3390/f16010029>
- Petrokofsky, G., Sist, P., Blanc, L., Doucet, J.-L., Finegan, B., Gourlet-Fleury, S., Healey, J. R., Livoreil, B., Nasi, R., Peña-Claros, M., Putz, F. E., & Zhou, W. (2015). Comparative effectiveness of silvicultural interventions for increasing timber production and sustaining conservation values in natural tropical production forests: A systematic review protocol. *Environmental Evidence*, 4, Article 8. <https://doi.org/10.1186/s13750-015-0034-7>
- Putzel, L., Peters, C. M., & Romo, M. (2011). Post-logging regeneration and recruitment of shihuahuaco (*Dipteryx* spp.) in Peruvian Amazonia: Implications for management. *Forest Ecology and Management*, 261, 1099–1105. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.12.036>
- Sabogal, C., Kroll, N., de Dea, V., & Pacheco, E. (2025). Casos de manejo sostenible de concesiones forestales maderables en la Región Madre de Dios, Perú. *Revista Forestal del Perú*, 39(2), 335-376. <https://doi.org/10.21704/rfp.v39i2.1141>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). (2023). *Resolución de Dirección Ejecutiva No D000163-2023-MIDAGRI*

- SERFOR-DE. *Lista oficial de especies forestales*. <https://www.gob.pe/institucion/serfor/normas-legales/4466766-d000163-2023-midagri-serfor-de>
- Silva, I. C. de O., Garlet, J., Morais, V. A., Araújo, E. J. G. de, Silva, J. R. de O., & Curto, R. D. A. (2022). Equations and form factor by species increase the precision and accuracy for estimating tree volume in the Amazon. *Floresta*, 52(2), 268–276. <https://doi.org/10.5380/rf.v52i2.76559>
- Tacconi, L., Cerutti, P. O., Leipold, S., Rodrigues, R. J., Savaresi, A., To, P. X., & Weng, X. (2017). Defining illegal forest activities and illegal logging. In D. Kleinschmit, S. Mansourian, C. Wildburger, & A. Purret (Eds.), *Illegal logging and related timber trade – dimensions, drivers, impacts and responses. A global scientific rapid response assessment report*. International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) (vol. 35, pp. 23–36). <http://dspace.stir.ac.uk/handle/1893/24818>
- The Plant List. (2024, April 3). *Género Dipteryx Schreb. Version 1.1*. <http://www.theplantlist.org/tp1.1/search?q=Dipteryx>
- Tropicos. (2024, April 3). *Dipteryx Schreb. Tropicos v3.4.2*. Missouri Botanical Garden. <https://www.tropicos.org/name/40033264>
- Vancutsem, C., Achard, F., Pekel, J. F., Vieilledent, G., Carboni, S., Simonetti, D., Gallego, J., Aragão, L. E. O. C., & Nasi, R. (2021). Long-term (1990–2019) monitoring of forest cover changes in the humid tropics. *Science Advances*, 7(10), 1-21. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abe1603>
- Zamora Velazco, G. (2021). Situación y perspectivas de la transferencia de funciones forestales a los gobiernos regionales. *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, (8), 61-79. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202102.003>