

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN CONSERVACIÓN DE RECURSOS
FORESTALES**



**“CONSERVACIÓN DEL GÉNERO *Dipteryx spp* “SHIHUAHUACO”
EN BOSQUES DE PRODUCCIÓN PERMANENTE EN LA
PROVINCIA DE TAHUAMANU EN MADRE DE DIOS”**

Presentada por:

JUAN CARLOS OCAÑA CANALES

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN CONSERVACIÓN DE
RECURSOS FORESTALES**

Lima - Perú

2023

Tesis Posgrado Ocaña

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1 www.thefreelibrary.com Fuente de Internet 2%

2 derechoperu.wordpress.com Fuente de Internet 2%

3 docshare.tips Fuente de Internet <1%

4 repositorio.uea.edu.ec Fuente de Internet <1%

5 www.globalforestwatch.org Fuente de Internet <1%

6 repository.ucc.edu.co Fuente de Internet <1%

7 sinia.minam.gob.pe Fuente de Internet <1%

8 www.regioncajamarca.gob.pe Fuente de Internet <1%

9 www.cambridge.org Fuente de Internet <1%

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN CONSERVACIÓN DE RECURSOS
FORESTALES**

**“CONSERVACIÓN DEL GÉNERO *Dipteryx spp* “SHIHUAHUACO”
EN BOSQUES DE PRODUCCIÓN PERMANENTE EN LA
PROVINCIA DE TAHUAMANU EN MADRE DE DIOS”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

JUAN CARLOS OCAÑA CANALES

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Jorge Chávez Salas
PRESIDENTE

Mg.Sc. Víctor Barrena Arroyo
ASESOR

Dra. Ethel Rubin de Celis Llanos
MIEMBRO

Mg.Sc. Roxana Guillen Quispe
MIEMBRO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Juan Alberto que está en el cielo, a mi viejita Celia que vive en sus recuerdos y a mis amadas Anny y Andrea, razón de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi asesor y amigo, Mg.Sc. Víctor Barrena, de quien recibí todo el apoyo y paciencia durante el periodo de conceptualización y ejecución de este proyecto. También me gustaría agradecer al Ing. For. Ignacio Lombardi por introducirme al mundo de la evaluación de poblaciones forestales maderables y al Mg.Sc. Pedro Vásquez por sus enseñanzas en cuanto al manejo de recursos naturales y sostenibilidad tanto en sus cursos de pre y posgrado.

Muy agradecido a los miembros del jurado de tesis, a la Dra. Ethel Rubin de Celis, a la Mg.Sc. Roxana Guillen y al Dr. Jorge Chávez.

Agradezco también a quienes me apoyaron en la ejecución de este estudio, a los asistentes técnicos de CANDES, las Ing. For. Lourdes Durand, Fiorella Lombardi, a mis socios y queridos amigos Hatzel Ortiz y Carlos Garnica por su apoyo y por esperarme todos estos meses para continuar con nuestros proyectos, a Ítalo Revilla por enseñarme a usar el MaxEnt, y sus recomendaciones Técnicas, a Rolando Montenegro por el apoyo en el análisis estadístico, a Nelson Kroll, Cesar Carcheri y los amigos de MADERACRE por permitirme entrar a su concesión

A Anny y Andrea por permitirme no estar mucho tiempo en casa, a mis hermanos Nattaly y Beto por cuidar a mi mamá Celia para estar tranquilo y culminar este esfuerzo.

A la Ing. For. Patricia Duran del SERFOR por brindarme la base de datos del género *Dipteryx spp* evaluados en el Inventario Nacional Forestal y los diferentes Inventarios en Bosques de Producción Permanente realizados por el Servicio Forestal, a la PhD Eurídice Honorio del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana por brindarme la Base de datos del proyecto Larga Escala financiado por el German Federal Ministry of Food and Agriculture y a Maribel Orellano por apresurarme en acabar la maestría.

A mis amigos y colegas que me han apoyado y presionado a culminar este esfuerzo desde hace mucho tiempo.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	EL MANEJO FORESTAL EN EL PERÚ	3
2.2.	MANEJO FORESTAL.....	3
2.3.	BOSQUES DE PRODUCCIÓN PERMANENTE.....	4
2.4.	CONCESIONES FORESTALES.....	4
2.5.	CERTIFICACIÓN FORESTAL	6
2.6.	DESARROLLO SOSTENIBLE Y SOSTENIBILIDAD.....	6
2.7.	PARÁMETROS DASOMÉTRICOS EN EL MANEJO FORESTAL	7
2.8.	DENSIDAD POBLACIONAL	8
2.9.	DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO <i>Dipteryx spp</i>	8
2.10.	MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES.....	10
2.11.	MAXENT.....	11
2.12.	PRUEBAS PARAMÉTRICAS Y NO PARAMÉTRICAS.....	13
2.13.	PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS.....	13
2.14.	MODELOS LINEALES GENERALIZADOS (GLM).....	14
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	15
3.1.1.	Provincia de Tahuamanu	15
3.1.1.1.	Iñapari.....	17
3.1.1.2.	Iberia.....	19
3.1.1.3.	Tahuamanu	20
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS	22
3.2.1.	Equipos e instrumentos	22
3.2.2.	Softwares	22
3.2.3.	Data utilizada.....	22
3.3.	METODOLOGÍA	23

3.3.1.	Elaboración de un Sistema de Información Geográfica de la distribución del género <i>Dipteryx spp.</i>	24
3.3.2.	Modelamiento con Maxent.....	26
3.3.3.	Análisis de la deforestación.....	28
3.3.4.	Estructura poblacional y densidad.....	29
3.3.5.	Validación del modelamiento.....	29
3.3.6.	Estimación poblacional	32
3.3.7.	Análisis estadístico.....	33
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
4.1.	ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO DEL GÉNERO <i>Dipteryx spp.</i>	35
4.2.	MODELAMIENTO CON MAXENT.....	36
4.3.	ANÁLISIS DE LA DEFORESTACIÓN	41
4.4.	ESTRUCTURA POBLACIONAL Y DENSIDAD	44
4.5.	VALIDACIÓN DEL MODELAMIENTO	48
4.6.	ESTIMACIÓN POBLACIONAL	51
4.7.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	53
4.7.1.	Árboles encontrados.....	53
4.7.2.	Regeneración natural.....	57
V.	CONCLUSIONES	60
VI.	RECOMENDACIONES.....	61
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
VIII.	ANEXOS	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características del género.....	9
Tabla 2. Lista de especies del género <i>Dipteryx</i> en el Perú	10
Tabla 3. Variables utilizadas en el MDE con Maxent.....	12
Tabla 4. Atributos de la base de datos creada.....	26
Tabla 5. Parámetros evaluados en el trabajo de campo.....	31
Tabla 6. Porcentaje de contribución de las variables al modelo.....	37
Tabla 7. Superficies de zonas de mayor y menor probabilidad de ocurrencia	40
Tabla 8. Deforestación acumulada en la provincia de Tahuamanu.....	42
Tabla 9. Densidad poblacional del género <i>Dipteryx spp</i> en la provincia de Tahuamanu....	47
Tabla 10. Densidad poblacional del género <i>Dipteryx spp</i> en la provincia de Tahuamanu para individuos con dap > 10 cm.	47
Tabla 11. Estimación poblacional y de pérdida del género <i>Dipteryx spp</i> en la provincia de Tahuamanu	52
Tabla 12. Estimación poblacional y de pérdida del género <i>Dipteryx spp</i> en Bosques de producción permanente en Tahuamanu.....	52
Tabla 13. Estimación poblacional del género <i>Dipteryx spp</i> en la provincia de Tahuamanu	53
Tabla 14. Árboles aprovechables con dap > 55 cm.....	54
Tabla 15. Árboles no aprovechables con dap < 55 cm.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de estudio.....	16
Figura 2. Proceso metodológico	24
Figura 3. Mapa de registros de la especie.....	25
Figura 4. Ubicación de fajas de evaluación.....	30
Figura 5. Forma y tamaño de la faja de evaluación de 1 kilómetro	31
Figura 6. Forma y tamaño de la faja de evaluación de 100 metros	31
Figura 7. Mapa de registros de la especie en Ucayali y Madre de Dios.....	35
Figura 8. Test de Jacknife de sitios de entrenamiento.....	36
Figura 9. Análisis de omisión y sensibilidad.....	38
Figura 10. Desviación estándar y media del modelamiento.....	38
Figura 11. Mapa de distribución potencial del género <i>Dipteryx spp</i> en Ucayali y Madre de Dios.....	39
Figura 12. Mapa de distribución potencial del género <i>Dipteryx spp</i> en Tahuamanu en Madre de Dios	40
Figura 13. Mapa de deforestación en el eje carretero y CCNN Bélgica en Tahuamanu.....	41
Figura 14. Mapa de deforestación en los Bosques de Producción Permanente en Tahuamanu	42
Figura 15. Mapa de deforestación en la reserva Territorial en Tahuamanu	43
Figura 16. Mapa de deforestación en la provincia de Tahuamanu	44
Figura 17. Estructura poblacional y la densidad del género <i>Dipteryx spp</i>	45
Figura 18. Estructura poblacional y la densidad del género <i>Dipteryx spp</i> en Tahuamanu..	46
Figura 19. Mapa de ubicación de las fajas de evaluación	49
Figura 20. Estructura poblacional encontrada del género <i>Dipteryx spp</i> con clases diamétricas de 10 cm.....	50
Figura 21. Estructura poblacional encontrada del género <i>Dipteryx spp</i> con clases diamétricas de 20 cm.....	51
Figura 22. Estructura de los individuos aprovechables y no aprovechables del género <i>Dipteryx spp</i> encontrados.....	56

Figura 23. Presencia de regeneración natural del género <i>Dipteryx spp</i> en las subparcelas evaluadas.....	57
Figura 24. Análisis estadístico de la regeneración natural del género <i>Dipteryx spp</i> en las subparcelas evaluadas	58

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estandarización de base de datos	71
Anexo 2. Base de datos del trabajo de campo	72
Anexo 3. Distribución de frecuencias por clase diamétrica y cálculo de densidad.....	73
Anexo 4. Sistema de Información Geográfico	74

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo analizar el modelo de concesiones forestales en bosques de producción permanente en cuanto a la conservación del género *Dipteryx spp* en la provincia de Tahuamanu mediante el desarrollo de una metodología de estudio poblacional. Para ello, se ha recopilado y organizado bases de datos de diferentes evaluaciones del género, se realizó un modelamiento para la determinación de áreas de existencia potencial del género *Dipteryx spp* en las regiones de Ucayali y Madre de Dios mediante el uso del modelo predictivo Maxent. Se realizó un análisis de la deforestación antes del año 2000 y entre el año 2000 y 2020 en las áreas de la Reserva Territorial Tahuamanu, en Bosques de Producción Permanente y en el área de influencia de la carretera interoceánica. Se realizó una evaluación forestal en Bosques de Producción Permanente en tres sectores: 1) Parcela de corta de una concesión forestal la cual no ha tenido ningún tipo de aprovechamiento forestal. 2) Parcela de corta aprovechada hace 10 años mediante la aplicación de los estándares de manejo forestal (MF) y certificación forestal. 3) Parcela de corta en una concesión forestal donde se cumplió la normativa, sin embargo, ha sufrido una serie de invasiones a sus áreas por parte de agricultores por falta de control y vigilancia. No se encontraron diferencias significativas en los tres escenarios evaluados; sin embargo, se encontró mayor regeneración natural en el bosque aprovechado bajo estándares de manejo forestal y certificación con individuos en el 33,3 por ciento de las subparcelas, frente al 16,7 por ciento de presencia de regeneración en subparcelas sin manejo forestal. La densidad poblacional encontrada fue extrapolada a las áreas boscosas encontradas en el modelamiento y en el análisis de la deforestación. Se encontró una estructura poblacional importante por debajo del diámetro mínimo de corta en la parcela aprovechada bajo estándares de manejo forestal y certificación forestal garantizando una siguiente cosecha, así como una importante regeneración natural en los espacios donde se ha incrementado la disponibilidad de luz para el desarrollo de los árboles jóvenes.

Palabras clave: Manejo Forestal, Concesiones Forestales, Certificación Forestal, *Dipteryx spp*, Diámetro Mínimo de Corta.

ABSTRACT

The present research aims to analyze the model of forest concessions in permanent production forests in terms of the conservation of the genus *Dipteryx spp* in the province of Tahuamanu through the development of a population study methodology. For this end, databases of different evaluations of the genus were compiled and organized, and a modeling was carried out to determine areas of potential existence of the genus *Dipteryx spp* in the regions of Ucayali and Madre de Dios using the Maxent predictive model. An analysis of deforestation before the year 2000 and between the years 2000 and 2020 was carried out in the areas of the Tahuamanu Territorial Reserve, in Permanent Production Forests and in the area of influence of the interoceanic highway. A forestry evaluation was conducted in three sectors in Permanent Production Forests: 1) Cutting plot of a forest concession which has not had any type of forest use. 2) Plot of felling harvested 10 years ago through the application of forest management (FM) and forest certification standards. 3) Cutting plot in a forestry concession where the regulations were complied with, however, it has suffered a series of invasions of its areas by farmers due to lack of control and surveillance. No significant differences were found in the three scenarios evaluated; however, greater natural regeneration was found in the forest harvested under forest management standards and certification with individuals in thirty three point three percent of the subplots, compared to sixteen point seven percent of regeneration presence in subplots without forest management. The population density found was extrapolated to the forested areas found in the modeling and in the analysis of deforestation. An important population structure below the minimum cutting diameter was found in the plot harvested under forest management and forest certification standards guaranteeing a following harvest, as well as an important natural regeneration in the areas where the availability of light for the development of young trees has increased.

Keywords: Forest Management, Forest Concessions, Forest Certification, *Dipteryx spp*, Minimum Cutting Diameter.

I. INTRODUCCIÓN

El Shihuahuaco (*Dipteryx spp*), es una especie maderable de la familia Fabaceae, cuya distribución se encuentra en los departamentos de Loreto, Ucayali, Huánuco, y Madre de Dios, entre los 0 y 700 msnm en bosques primarios (Reynel 2016).

El género *Dipteryx* (Fabaceae), presenta una creciente demanda por los mercados internacionales en Norte América, Europa y sobre todo China. Esto debido principalmente a la densidad de su madera y resistencia a la putrefacción que la hace ideal para construcciones de muebles decorativos al aire libre (Putzel *et al.* 2010).

El aprovechamiento forestal de Shihuahuaco está sujeta a las autorizaciones y permisos que otorga la autoridad forestal. Las regiones que se dedican a la producción de Shihuahuaco son Loreto, Madre de Dios, Ucayali, San Martín, Cusco, Junín y Pasco, entre el periodo 2000 - 2015 la producción fue 1 641 269,14 m³ de madera rolliza o 512 833,810 m³ de madera aserrada y entre el período 2002-2013 la producción fue 1 241 438,226 m³ de madera rolliza (MINAGRI 2015). La exportación de maderas entre el año 2000 y 2021 fue de 3 190 millones de dólares (ADEX DATA TRADE 2022).

De las seis regiones que se dedican a la producción de madera de Shihuahuaco, la de mayor producción de madera rolliza es Madre de Dios con 685 384,67 m³, seguida por Loreto con 437 388,12 m³ y la de menor producción es la región Cusco con 348,41 m³. Asimismo, se tiene que el año de mayor producción de madera rolliza fue el 2015 con 193 006,81 m³ (MINAGRI 2016).

Actualmente, existe gran interés sobre la situación poblacional de esta especie, por lo que, se hace necesario realizar un estudio poblacional y sobre el estado actual del género *Dipteryx spp* en los bosques de producción permanente de la provincia de Tahuamanu, provincia en donde se realiza la mayor producción industrial de este género en el país, y de esta forma, obtener información confiable y que permitan realizar acciones para su manejo sostenible para su conservación.

Bajo este contexto, el objetivo de la presente investigación, es evaluar el aporte a la conservación del género *Dipteryx spp* “Shihuahuaco” de las concesiones forestales que realizan prácticas de manejo forestal en Bosques de Producción Permanente, para ello se elaborará un Sistema de Información geográfica para analizar la estructura poblacional y la densidad del género *Dipteryx spp*, por medio de un análisis histórico de la deforestación en la provincia de Tahuamanu entre el año 2000 y 2020 y hacer un análisis poblacional histórico y de la pérdida de poblaciones del género *Dipteryx spp* por la deforestación y que esta información contribuya al manejo sostenible del género ya que la actividad forestal maderable es fuente de trabajo y bienestar para las poblaciones rurales en la Amazonía peruana.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. EL MANEJO FORESTAL EN EL PERÚ

La Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763 establece claramente las categorías de ordenamiento forestal. Así, los Bosques de Producción Permanente (BPP), se destinan para aprovechamiento preferentemente de la madera, con la posibilidad de complementarlo con otros usos. Ello ha determinado también que dichas zonas estén concentradas, a diferencia de lo que ocurría antes con los contratos de mil hectáreas. Los 24,6 millones de hectáreas de BPP están repartidos en diez departamentos, siendo Loreto el que cuenta con 60 por ciento del área total, seguido de Ucayali con 16,6 por ciento y Madre de Dios con 10,3 por ciento. El ordenamiento forestal contribuye a entender el aprovechamiento forestal como una actividad permanente y de largo plazo, con prácticas forestales que deben garantizar la producción sostenida del área de manejo (Galarza *et al.* 2003).

2.2. MANEJO FORESTAL

En base a la Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763, se entiende por manejo forestal al conjunto de “actividades de caracterización, evaluación, investigación, planificación, aprovechamiento, regeneración, reposición, enriquecimiento, protección y control del bosque y otros ecosistemas de vegetación silvestre, conducentes a asegurar la producción sostenible de bienes, la provisión sostenible de servicios y la conservación de la diversidad biológica y el ambiente” (MINAM 2015).

Se encuentra bajo un enfoque sistémico al ser un proceso social, técnico y político (Arce 2019); que realiza la correcta gestión y utilización de los bosques y otros terrenos forestales de una manera que asegure la conservación de los mismos y su productividad futura, cumpliendo con las funciones ecológicas, económicas y sociales (Aguirre - Calderón 2015) evitando la desaparición del recurso forestal (Cuéllar 2019).

2.3. BOSQUES DE PRODUCCIÓN PERMANENTE

Son áreas con bosques naturales primarios que mediante resolución ministerial del Ministerio de Agricultura se ponen a disposición de los particulares para el aprovechamiento, preferentemente de la madera, pero también de otros recursos forestales y de fauna silvestre, a propuesta de la autoridad forestal y de fauna silvestre. Los BPP fueron creados a partir del año 2000; posteriormente, han sufrido una serie de modificaciones producto de la constante actualización de la información por presencia de centros poblados, comunidades nativas, comunidades campesinas, predios privados, áreas naturales protegidas, entre otros. Hasta el año 2011 la extensión total de los BPP es de 17 771 868,00 ha. (Tuss de Orbegoso 2017).

Así mismo, la Ley Forestal y de Fauna Silvestre menciona que los bosques de producción permanente se establecen por resolución ministerial del Ministerio del Ambiente, a propuesta del SERFOR, en bosques de las categorías I y II, con fines de producción permanente de madera y otros productos forestales diferentes a la madera, así como de fauna silvestre y la provisión de servicios de los ecosistemas. El Estado promueve la gestión integral de estos bosques. Para ello, la autoridad regional forestal y de fauna silvestre elabora, directamente o a través de terceros, y aprueba el Plan Maestro de Gestión que contiene, como mínimo, la identificación de sitios que requieran tratamiento especial para asegurar la sostenibilidad del aprovechamiento, las rutas de acceso, las vías comunes y los puntos de control (SERFOR 2012).

Previo a su establecimiento, el Estado realiza la evaluación de impacto ambiental y la consulta a la población que pueda verse afectada por su establecimiento. Son supervisados por el jefe de la correspondiente Unidad de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR 2012).

2.4. CONCESIONES FORESTALES

A partir de la Ley Forestal N° 27308 del año 2000 el estado promueve el nuevo modelo de manejo forestal en concesiones forestales otorgadas en bosques de producción permanente en procesos de concurso público de hasta 40 años renovables y en concesiones de hasta 40 000,00 ha (MINAGRI 2001).

La concesión forestal es un título habilitante por el cual el Estado otorga el derecho a particulares para el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales y de fauna silvestre, y derecho de uso y disfrute de dichos recursos naturales (SERFOR 2017).

Las concesiones forestales con fines maderables se otorgan a personas jurídicas mediante concurso público o procedimiento abreviado. La superficie otorgada por contrato podrá comprender unidades concursables colindantes o con solución de continuidad, ofertadas en los respectivos concursos públicos (SERFOR 2011)

El concurso público para el otorgamiento de las concesiones forestales con fines maderables es conducido por una Comisión a cargo de la Autoridad Regional Forestal y de Fauna Silvestre (ARFFS). Los lineamientos para la constitución de la Comisión y para la evaluación de las propuestas son aprobados por el SERFOR (SERFOR 2011).

El otorgamiento de concesiones forestales con fines maderables a través del procedimiento abreviado, resulta en el caso de las unidades de aprovechamiento procedentes de concesiones forestales con fines maderables revertidas al estado a la fecha de vigencia de la Ley, unidades de aprovechamiento que no hayan sido otorgadas en concesión luego de haberse realizado un concurso público y siempre que se cuente con ZEE aprobada a la fecha de publicación de la Ley y unidades de aprovechamiento que no hayan sido otorgadas en concesión luego de haberse efectuado dos concursos públicos (SERFOR 2011).

Los planes de manejo consideran la descripción de las características y estado actual del recurso o recursos a aprovechar; los objetivos de corto, mediano y largo plazo; la descripción y sustento del sistema de regeneración elegido, evaluaciones poblacionales de los recursos sujetos a aprovechamiento; la intensidad y tipos de sistemas de aprovechamiento; las prácticas necesarias para garantizar la reposición de los recursos aprovechados; los impactos sobre el ecosistema y las correspondientes medidas de prevención y mitigación. Se incluye información que permita ubicar con precisión las áreas y recursos objeto de manejo (SERFOR 2011).

Las concesiones forestales maderables otorgadas por concurso público son aquellas otorgadas a medianos y pequeños empresarios en forma individual u organizados en sociedades y otras modalidades empresariales mediante concurso público (FAO 2012).

La superficie de la concesión va desde cinco mil hectáreas hasta cincuenta mil hectáreas a nivel nacional, con unidades de aprovechamiento de cinco mil a diez mil hectáreas (FAO 2012).

Por otro lado, las concesiones forestales maderables otorgadas por adecuación de contrato son los antiguos contratos mayores a mil hectáreas vigentes antes del año 2000 y que se adecuaron a las disposiciones de la LFFS – 27308 (FAO 2012).

Según Kometter (2019), a los 17 años de iniciado el modelo de concesiones forestales maderables en el Perú, sólo el 56 por ciento equivalente a 6 288 241,83 ha de los contratos entregados se encuentran vigentes, en el mismo estudio, se contabilizan 17 525 743,33 hectáreas de Bosques de Producción Permanente (BPP) que el Estado ha destinado a la producción forestal.

2.5. CERTIFICACIÓN FORESTAL

Es el proceso que avala el cumplimiento de estándares determinados en las operaciones forestales, por lo cual es el medio que demuestra las buenas prácticas de manejo forestal y el origen de la materia prima utilizada en la elaboración de productos forestales (Cárdenas *et al.* 2014); que consta de dos partes: Gestión forestal sostenible y Cadena de custodia (García 2012). También funciona como una herramienta de mercado o política forestal utilizada por las empresas forestales o es utilizada como una metodología de auditoría del manejo responsable de los bosques (Aguirre 2009).

2.6. DESARROLLO SOSTENIBLE Y SOSTENIBILIDAD

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la World Wildlife Found (WWF), la sostenibilidad se basa en el mantenimiento de la capacidad de carga del

ecosistema en el transcurso de la relación entre una sociedad y el ecosistema (Leal 2008). Mientras que, en 1987 la Comisión Brundtland de las Naciones Unidas definió la sostenibilidad como lo que permite “satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus necesidades propias.” (Keeble 1988), es decir, la sostenibilidad es vista como un proceso de mantención del capital natural (Quiroga 2001).

El desarrollo sostenible se sustenta en mantener la calidad de vida humana evitando sobrepasar la capacidad de carga que tienen los ecosistemas dentro de sus propios límites (Unión Mundial de la conservación, citado por Leal 2008) que busca satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer a las necesidades de generaciones futuras (Madróñero-Palacios 2018).

El desarrollo sostenible entonces engloba una connotación política, económica, social y ambiental de manera equilibrada, por lo cual no es la meta final de alcanzar, sino el camino que debe seguir una sociedad (Madróñero-Palacios & Guzmán-Hernández 2018) usando de manera eficiente sus recursos naturales como condición fundamental (MINAM 2016).

2.7. PARÁMETROS DASOMÉTRICOS EN EL MANEJO FORESTAL

Según Imaña-Encimas *et al.* (2002), se considera la dasometría como la ciencia que se encarga de ver la determinación y/o estimación de las diferentes características cuantificables en individuos arbóreos. Los parámetros dasométricos son el conjunto de características cuantificables como el área basal, diámetro a la altura del pecho, altura media, volumen del árbol, otros que se utilizan para definir la estructura horizontal y vertical de una masa forestal en específico (Hernández Salas 2012).

Sobre el crecimiento de la especie, Jenkins (2009) menciona que en los primeros 50 años de vida, *Dipteryx micrantha* crece entre un rango de 2 a 5 mm/año con un promedio de 3 a 3,5 mm/año, y presenta una tasa de crecimiento promedio de 2,77 mm/año en los primeros 100 años, mientras que luego de los 200 años sólo crecen un promedio de 1 mm/año. Sin embargo, RAINFOR (s.f.) menciona crecimientos promedio de 5,8 – 5,1 mm/año en bosques primarios de la Amazonía peruana, en cuanto a plantaciones forestales, INIA (2019) reportó un crecimiento de 1,55 cm/año en plantaciones.

2.8. DENSIDAD POBLACIONAL

Cualquier magnitud de un bosque expresada como promedio por hectárea de terreno, o que represente en forma implícita ese promedio, es una medida de la densidad promedio de esa magnitud en ese bosque para todo ese terreno. Las medidas de densidad pretenden dar una idea sobre el grado de ocupación del terreno o de agrupamiento de sus árboles, y tienen aplicaciones diversas; una de las más importantes es en los modelos de crecimiento y de rendimiento. La densidad puede expresarse a través de medidas Absolutas o de medidas Relativas (Wabo 1999).

Jenkins (2009) menciona que el dos especies arbóreas tropicales (*Dipteryx micrantha* y *Cedrela Odorata*) son relativamente abundantes (2 – 6 árboles por hectárea) en el norte y sur de la cuenca amazónica.

Espinoza (2020) señala una densidad poblacional de 0,71 ind/ha en etapa adulta en bosques cerca al río Las Piedras; mientras que Romo (2004) en una evaluación a bosques maduros de la estación meteorológica Cocha Cashu estimó una densidad poblacional de 0,65 ind/ha encontrándose a la especie bastante frecuente (259 individuos en total).

2.9. DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO *Dipteryx* spp

El Shihuahuaco (*Dipteryx* spp), es un árbol de 50 – 150 cm de diámetro y 20 – 35 m de altura total, con fuste cilíndrico, ramificación desde el segundo tercio, la base del fuste con raíces tablares medianas. Corteza externa lenticelada, marrón claro a verdusca, con ritidoma escamoso, que desprende dejando huellas impresas, loas lenticelas de 2 a 4 mm de diámetro, corteza interna granular, amarillo pálido, con gránulos amarillentos (Reynel 2016).

El *Dipteryx micrantha* es la especie más importante en la región ya que es la más reportada para Madre de Dios. En el Perú, se reportan seis especies de *Dipteryx* (Brako 1993).

Tabla 1. Características del género

Familia	Fabaceae
Autor	Schreber, Johann Christian Daniel von
Publicado en	Genera Plantarum 2: 485. 1791.
Nombre común	Shihuahuaco (Perú)
Para el Perú se encuentran registradas las siguientes especies:	
<ul style="list-style-type: none">• <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.• <i>Dipteryx alata</i> Vogel• <i>Dipteryx rosea</i> Spruce ex Benth.• <i>Dipteryx micrantha</i> Harms• <i>Dipteryx ferrea</i> (Ducke) Ducke• <i>Dipteryx charapilla</i> (J.F. Macbr.) Ducke	

Fuente: Pariente (2019), Trópicos (2022)

Según el Plan de acción para la adecuada implementación de la inclusión del Shihuahuaco (*Dipteryx*) y Tahuarí (*Handroanthus*) en el apéndice II de la CITES años 2023 y 2024, en los últimos años se realizaron avances en la investigación del género *Dipteryx* en la Amazonía peruana, a través de estudios morfológicos, moleculares, entre otros, reconociéndose tres especies, de acuerdo con el siguiente detalle (SERFOR 2023):

Tabla 2. Lista de especies del género *Dipteryx* en el Perú

Nombre científico	Sinónimos	Nombres comunes	Nombre comercial
<i>Dipteryx ferrea</i> (Ducke) Ducke	<i>Coumarouna ferrea</i> Ducke	shihuahuaco de hoja grande, charapilla, cumaru	shihuahuaco
<i>Dipteryx miccrantha</i> Harms	<i>Coumarouna micrantha</i> (Harms) Ducke	shihuahuaco de hoja menuda, charapilla, cumarú, kumarut	shihuahuaco
<i>Dipteryx charapilla</i> (J.F. Macbr.) Ducke	<i>Coumarouna charapilla</i> J.F. Macbr.	Charapilla	shihuahuaco

Fuente: SERFOR (2023), Trópicos (2022), SERFOR (2020), INIA (2019)

Rango de distribución: *Dipteryx* es un género neotropical, cuya distribución abarca desde América central, el Caribe y América del Sur, hasta Bolivia y Brasil. Actualmente los reportes de *Dipteryx* en el Perú comprenden básicamente Loreto, Huánuco, Ucayali y Madre de Dios (Aldana *et al.* 2016).

El género *Dipteryx* se caracteriza por presentar raíces tabulares, hojas compuestas, alternas, paripinnadas o aparentemente imparipinnadas, y raquis alado y prolongado en el ápice. Las inflorescencias se presentan en panículas terminales; los frutos son drupas indehiscentes, carnosas, ovoides, aceitosas; y las semillas son aromáticas (Vásquez 1997).

2.10. MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES

Los modelos de distribución de especies (MDE) son herramientas empleadas para estudiar patrones espaciales en ecología y apoyar procesos de conservación y planificación (Franklin

2010, Mateo *et al.* 2011). Se fundamentan en la relación de una especie con su medio ambiente: emplean capas de información ambiental y registros georreferenciados de presencia y ausencia de la especie (Hernández 2007, Mateo *et al.* 2011).

Los MDE describen el nicho o la idoneidad de un hábitat para una especie, en ese sentido, se hace una herramienta importante para estimar la probabilidad de existencia de especies (Hernández 2007, Mateo *et al.* 2011).

La utilidad de los MDE se aplica para manejo y conservación de especies, pudiendo ahorrar tiempo y recursos en la planificación de inventarios y evaluaciones para en la determinación de poblaciones (Hernández 2007, Mateo *et al.* 2011).

2.11. MAXENT

Maxent es un método predictivo que se basa en el principio de máxima entropía para realizar predicciones usando información incompleta (presencias conocidas). Aquí, máxima entropía indica que la mejor predicción de una distribución desconocida es la más uniforme según limitaciones conocidas (Franklin 2010, citado por Korswagen 2016). Dichas limitaciones son estimadas a partir de los registros de presencia de la especie en relación con la información ambiental y demás información incorporada al modelo (Korswagen 2016).

En el método de máxima entropía planteado por Phillips (2005) se modelan distribuciones geográficas de especies con datos de presencia. Para probar la eficacia del método, se estudió la distribución de dos mamíferos neotropicales como lo son el oso perezoso (*Bradypus variegatus*) y un roedor montano (*Mycroryzomys minutus*) obteniéndose buenos resultados. A partir de ello, este método ha sido utilizado muchas veces para estimar la distribución geográfica de diferentes especies, como lo realizado por Korswagen (2016) en el análisis espacial del hábitat de la vicuña en la sierra del Perú.

Maxent, a diferencia de otros MDE, solo requiere registros de presencia e información ambiental relevante para la especie. La presencia de una especie en un lugar puede interpretarse como el uso, ocupancia o idoneidad del hábitat. El modelo resultante representa la probabilidad de distribución de la especie (Franklin 2010, citado por Korswagen 2016).

Para las variables ambientales se utilizan imágenes Landsat 8 del United States Geological Survey (USGS) con baja nubosidad y representativas de la variabilidad estacional y 19 variables bioclimáticas (World Climate Data - WorldClim) (Korswagen 2016), como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Variables utilizadas en el MDE con Maxent

Variable	Descripción
BIO 1	Temperatura media anual
BIO 2	Rango medio diario de temperatura (máx. – mín.) (promedio mensual)
BIO 3	Isotermalidad ($BIO2 / BIO7 \times 100$)
BIO 4	Estacionalidad de la temperatura (coeficiente de variación)
BIO 5	Temperatura máxima del período más cálido
BIO 6	Temperatura mínima del período más frío
BIO 7	Temperatura anual ($BIO5 - BIO6$)
BIO 8	Temperatura media del trimestre más lluvioso
BIO 9	Temperatura media del trimestre más seco
BIO 10	Temperatura media del trimestre más cálido
BIO 11	Temperatura media del trimestre más frío
BIO 12	Precipitación anual
BIO 13	Precipitación del período más lluvioso
BIO 14	Precipitación del período más seco
BIO 15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
BIO 16	Precipitación del trimestre más lluvioso
BIO 17	Precipitación del trimestre más seco
BIO 18	Precipitación del trimestre más cálido
BIO 19	Precipitación del trimestre más frío
Alt	Altitud
NDVI	Índice normalizado de diferencias de vegetación
SR	Índice de simple ratio
Vi	Índice de vegetación
SRSR	Raíz cuadrada del índice simple ratio

Fuente: Adaptado de Young (2011)

De las imágenes de satélite se obtienen índices de vegetación empleando las bandas rojo e infrarrojo cercano: simple ratio (SR), simple ratio square root (SRSR), normalized difference vegetation index (NDVI) y vegetation index (VI). Finalmente se verifica y corrige la

precisión espacial y las propiedades de los archivos y se transforman a formato ASCII según requerimientos de Maxent (Korswagen 2016).

Los modelos de distribución de especies (MDE) son herramientas empleadas para estudiar patrones espaciales en ecología y apoyar procesos de conservación y planificación (Franklin 2010, Mateo *et al.* 2011).

Dichas limitaciones son estimadas a partir de los registros de presencia de la especie en relación con la información ambiental. Maxent, a diferencia de otros MDE, solo requiere registros de presencia e información ambiental relevante para la especie. La presencia de una especie en un lugar puede interpretarse como el uso, ocupancia o idoneidad del hábitat. El modelo resultante representa la probabilidad de distribución de la especie (Franklin 2010, citado por Korswagen 2016).

2.12. PRUEBAS PARAMÉTRICAS Y NO PARAMÉTRICAS

Las pruebas paramétricas se fundamentan en la distribución normal de datos para analizar los elementos de una muestra, mientras que las pruebas no paramétricas se aplican en conjuntos de datos que no presentan una distribución particular. Mientras que en las pruebas paramétricas se precisa de una muestra mayor a 30, en las no paramétricas es posible trabajar con muestras pequeñas, distribuidas aleatoriamente y con variables categóricas, por lo que puede ser empleada en situaciones diversas ya que no cumple con parámetros específicos (Mayorga *et al.* 2022). De acuerdo con los datos proporcionados se pueden aplicar diferentes pruebas estadísticas ya sea para analizar una única muestra, 2 muestras relacionadas o independientes, 3 o más muestras independientes, entre otras; para este último se emplea el análisis de varianza (ANOVA) para un análisis paramétrico, mientras que para uno no paramétrico se utiliza la prueba de Análisis de Varianza de Kruskal-Wallis (Mayorga *et al.* 2022).

2.13. PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS

La prueba de Kruskal-Wallis, es una prueba no paramétrica análoga a la prueba paramétrica ANOVA que proporciona información sobre la igualdad de medianas o medias entre 3 o más

grupos, y rechaza dicha hipótesis cuando el valor de p es menor a 0,05, indicando que hay diferencia significativa entre al menos 1 de los grupos analizados (López 2013).

La prueba Kruskal-Wallis además permite múltiples comparaciones mediante el método Dunn, el cual permite poner a prueba subgrupos para identificar los grupos con diferencia significativa, asimismo, puede facilitar sus valores de p ajustándolos mediante el método Dunn (Goss y Meneses 2019).

2.14. MODELOS LINEALES GENERALIZADOS (GLM)

Los modelos lineales generalizados son una extensión de los modelos lineales que permiten tratar tanto varianzas no constantes como errores con una distribución no normal; para la distribución Poisson resulta bastante útil en los casos de conteo, por ejemplo, de especies de árboles dentro de una muestra (Cayuela 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Provincia de Tahuamanu

Tahuamanu es una de las tres provincias de la región Madre de Dios, está ubicada en el extremo Nororiental del departamento, limita al Noroeste con el departamento de Ucayali y al Norte y Este con las Repúblicas de Brasil y Bolivia, respectivamente. Incluye la totalidad de la cuenca del río Tahuamanu y Muymanu y parte de las cuencas del río Chandless y del río Purús, cuyas aguas desembocan en territorio brasileño. Esta provincia está conformada por tres distritos: Iñapari, Iberia y Tahuamanu (GOREMAD 2010).

La provincia en estudio, fue creada el 26 de diciembre de 1912, por Ley N° 1782. Su capital es la ciudad de Iñapari, situado en la margen derecha del río Acre, que se establece como límite internacional con la República Federativa del Brasil (colindante con el poblado de Assis), distante a 64,5 km del centro poblado de Iberia y aproximadamente a 241,5 km. de la ciudad de Puerto Maldonado (capital del departamento); se ubica a 308 m.s.n.m. en la coordenada UTM 436 920 E.; 8 790 043 N. y esta distante a 1 868 km de la ciudad de Lima; y a 1 km., aproximadamente de la frontera con el vecino país del Brasil (poblado de Assis) (Figura 1). Cuenta con una población de 11 047 habitantes (GOREMAD 2010).

a. Aspectos sociales, educación y servicios

Según el GOREMAD (2010), del total de la población, el 50 por ciento vive en zonas urbanas, mientras que el 50 por ciento vive en zonas rurales. En cuanto al servicio agua y desagüe, el 62,83 por ciento de viviendas tiene acceso a una red pública de abastecimiento de agua. Con respecto al servicio de alumbrado eléctrico, el 82,54 por ciento de viviendas tiene acceso a electricidad por red pública.

En el sector educación, el 22,2 por ciento de la población solo completó la primaria, mientras que el 51,7 por ciento tiene secundaria completa. El 22,1 por ciento ha concluido estudios superiores universitarios. El 1,42 por ciento sabe al menos leer y escribir, mientras que el 2,58 por ciento de la población es analfabeta. En cuanto al servicio de salud, el 73,33 por ciento de la población está afiliada, al menos, a un seguro de salud (GOREMAD 2010).

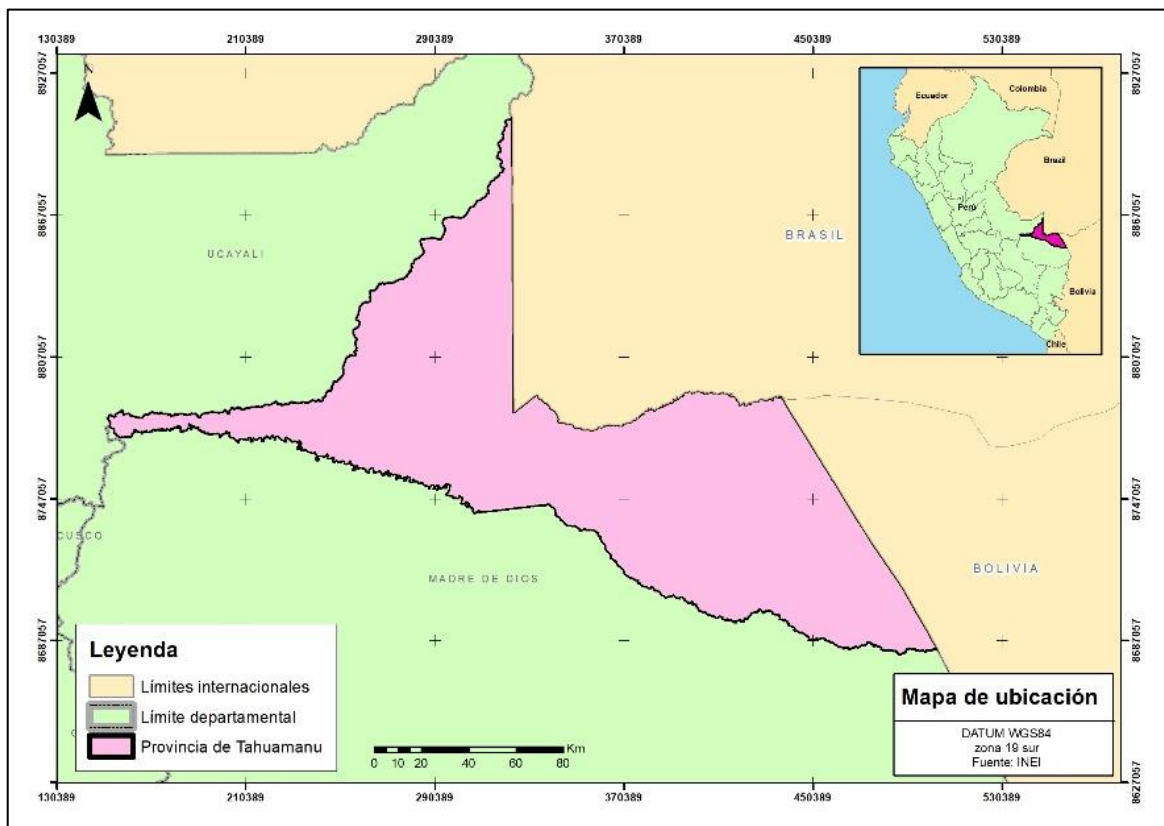


Figura 1. Área de estudio

Fuente: elaboración propia en base a INEI (2017)

b. Climas y ecosistemas

La provincia presenta una fisiografía heterogénea que son el resultado de la interacción de varios factores como el tectónico, climático y los procesos hidrosivos que han actuados sobre ellas, las misma que han permitido identificar dos grandes paisajes 4 paisajes 7 sub paisajes y 20 elementos del paisaje. Gran Paisaje de Llanura Aluvial (396 949 ha; 37,79 por ciento) conformada por sedimentos recientes, subrecientes y antiguos transportados por los principales ríos, se caracterizan por presentar una topografía

relativamente plana a ligeramente inclinada (0 a 8 por ciento). Conformado por dos paisajes Llanura aluvial reciente del Cuaternario y Llanura aluvial antigua del Cuaternario y once elementos del paisaje definidos por la pendiente, grado de disección y por el patrón de drenaje. Gran Paisaje Colinoso (649 096 ha; 61,79 por ciento). Se caracteriza por presentar superficies de forma ondulada a fuertemente disectada. Originado por efectos de compresión (plegamiento), o por la acción de los procesos erosivos a que han sido sometidas las terrazas antiguas; en esta unidad se ha identificado dos Paisajes Colinoso del Cuaternario y Colinoso del Terciario y nueve elementos del paisaje de terminados por la pendiente y grado de disección (IIAP 2006).

Dentro de la provincia existen dos estaciones meteorológicas localizadas en los poblados de Iberia e Iñapari. En esas estaciones se registran que la temperatura media anual varía de 25°C en Iñapari y 24,9°C en Iberia; la precipitación media total anual es de 1,641 mm/año en Iberia y de 1,937 mm/año en Iñapari. En la provincia se reporta déficit de precipitaciones en los sectores de Iñapari e Iberia. Estos déficits se presentan en el mes de agosto en el sector de Iñapari, con 49,7mm, y en los meses de agosto y setiembre en el sector de Iberia, con 79,3 mm. En la Provincia de Tahuamanu se han identificado tres tipos de climas principales: Perhúmedo (A) ubicado en el extremo oeste de la provincia, Húmedo (B) en el sector del extremo este y en el sector oeste de la provincia; mientras que el Subhúmedo lluvioso (C2) ocupa el sector central de la provincia (IIAP 2006).

La provincia de Tahuamanu cuenta con 03 distritos: Iñapari, Iberia y Tahuamanu, los cuales se describen a continuación:

3.1.1.1. Iñapari

a. Datos generales

Según el GOREMAD (2010), el distrito de Iñapari limita por el norte con el departamento de Ucayali y Brasil, por el este con Bolivia, por el sur con los distritos de Iberia y Tahuamanu y la provincia de Tambopata, y por el oeste con Ucayali. Tiene una extensión de 13 885,30 km². Cuenta con una población de 2 756 habitantes y una densidad poblacional de 0,2 hab/km².

b. Aspectos sociales, educación y servicios

Del total de la población, el 58,19 por ciento son hombres y el 41,81 por ciento son mujeres; el 90,36 por ciento vive en zonas urbanas, mientras que el 9,64 por ciento vive en zonas rurales. En cuanto al servicio de agua y desagüe, el 51,42 por ciento de viviendas tiene acceso a una red pública de abastecimiento de agua, mientras que solo el 46,21 por ciento cuenta con servicio de red pública de desagüe. Con respecto al servicio de alumbrado eléctrico, sólo el 87,85 por ciento de viviendas tiene acceso a electricidad por red pública (INEI 2018).

En el sector educación, el 28,02 por ciento de la población solo completó la primaria, mientras que el 43,50 por ciento tiene secundaria completa. El 5,04 por ciento ha concluido estudios superiores universitarios. El 87,68 por ciento sabe al menos leer y escribir, mientras que el 12,32 por ciento de la población es analfabeta. En cuanto al servicio de salud, el 64,58 por ciento de la población está afiliada, al menos, a un seguro de salud (INEI 2018).

c. Clima y ecosistemas

El clima principalmente es cálido y lluvioso, con abundante humedad en todas las estaciones del año. La zona de vida predominante es bosque húmedo Tropical (bh-T), por lo que su biotemperatura media anual máxima es de 25,7°C y la media anual mínima es de 23,2°C, mientras que la precipitación promedio anual varía desde 1 916 a 3 419,5 mm.

El relieve es predominantemente ondulado a colinado, con presencia de suelos ácidos, profundos y arcillosos. El ecosistema predominante es Bosque de colina baja. Otro ecosistema importante es el Bosque aluvial inundable, conformado por vegetación ribereña que sufren inundaciones periódicas por las crecientes temporales. También se puede encontrar Bosque de terraza no inundable y Pacales, que ocupa áreas de colinas y terrazas.

d. Actividades económicas

La superficie agropecuaria agrícola es 3 199,75 ha y la superficie agropecuaria no agrícola es 67 074,95 ha. Del total de superficie agrícola, 2 730,5 ha son tierras en barbecho, 133,3 ha son cultivos permanentes, 263,8 ha son cultivos transitorios, 29,8 ha son cultivos asociados, 20,5 ha son cultivos forestales y 22,0 ha son tierras

agrícolas no trabajadas. El maíz amarillo duro es el cultivo con mayor superficie sembrada, 159,25 ha, seguido por plátano con 89,75 ha. Otros cultivos importantes son yuca con 54,00 ha, arroz con 33,00 ha y copoazú con 13,75 ha (INEI 2018).

La pesca es otra actividad económica importante del distrito. En promedio, hay un desembarque de pescado fresco de procedencia continental de 72 994,16 kg al año, principalmente de la especie mota punteada (INEI 2018).

3.1.1.2. Iberia

a. Datos generales

Según el GOREMAD (2010), limita por el norte y oeste con el distrito de Iñapari, por el este con Bolivia, y por el sur con el distrito de Tahuamanu. Tiene una extensión de 2 603,98 km². Cuenta con una población de 6 170 habitantes y una densidad poblacional de 2,3 hab/km².

b. Aspectos sociales, educación y servicios

Del total de la población, el 54,78 por ciento son hombres y el 45,22 por ciento son mujeres; el 98,96 por ciento vive en zonas urbanas, mientras que el 1,04 por ciento vive en zonas rurales. En cuanto al servicio de agua y desagüe, el 61,94 por ciento de viviendas tiene acceso a una red pública de abastecimiento de agua, mientras que solo el 46,55 por ciento cuenta con servicio de red pública de desagüe. Con respecto al servicio de alumbrado eléctrico, sólo el 86,09 por ciento de viviendas tiene acceso a electricidad por red pública (INEI 2018).

En el sector educación, el 26,50 por ciento de la población solo completó la primaria, mientras que el 40,39 por ciento tiene secundaria completa. El 5,65 por ciento ha concluido estudios superiores universitarios. El 89,01 por ciento sabe al menos leer y escribir, mientras que el 10,99 por ciento de la población es analfabeta. En cuanto al servicio de salud, el 77,23 por ciento de la población está afiliada, al menos, a un seguro de salud (INEI 2018).

c. Clima y ecosistemas

Según el GOREMAD (2010), el clima principalmente es cálido y lluvioso, con abundante humedad en todas las estaciones del año. La zona de vida predominante es bosque húmedo Subtropical (bh-ST) transicional a bosque húmedo Tropical, por

lo que su biotemperatura media anual máxima es de 24,5°C y la media anual mínima es de 18,4°C, mientras que la precipitación promedio anual varía desde 1 200 a 1 959 mm. El relieve es colinado, con presencia de suelos ácidos, profundos y de textura media. El ecosistema predominante es Bosque de colina baja. A su vez, se puede encontrar considerables extensiones de vegetación secundaria. Otros ecosistemas importantes son el Bosque aluvial inundable, conformado por vegetación ribereña, y el Bosque de terraza no inundable.

d. Actividades económicas

Según el uso actual de la tierra, la superficie agropecuaria agrícola es 5 252,43 ha y la superficie agropecuaria no agrícola es 45 238,17 ha. Del total de superficie agrícola, 1 309,30 ha son tierras en barbecho, 403,30 ha son cultivos permanentes, 1 410,30 ha son cultivos transitorios, 124,20 ha son cultivos asociados, 201,80 ha son cultivos forestales, 16,50 ha son pastos cultivados y 1 787,3 ha son tierras agrícolas no trabajadas. El maíz amarillo duro es el cultivo con mayor superficie sembrada, 967,75 ha, seguido por arroz con 298,25 ha. Otros cultivos importantes son plátano con 255,75 ha, yuca con 87,00 ha y piña con 23,25 ha. En el distrito también hay extensiones de plantaciones de teca, llegando a abarcar 172,00 ha.

La pesca es otra actividad económica importante del distrito. En promedio, hay un desembarque de pescado fresco de procedencia continental de 34 661,50 kg al año, principalmente de las especies zúngaro, doncella y ashara (INEI 2018).

3.1.1.3. Tahuamanu

a. Datos generales

Según el GOREMAD (2010), limita por el norte con los distritos de Iñapari e Iberia, por el este con Bolivia, y por el sur y oeste con la provincia de Tambopata. Tiene una extensión de 3 540,74 km². Cuenta con una población de 3 384 habitantes y una densidad poblacional de 0,9 hab/km².

b. Aspectos sociales, educación y servicios

Del total de la población, el 55,93 por ciento son hombres y el 44,07 por ciento son mujeres; el 51,36 por ciento vive en zonas urbanas, mientras que el 48,64 por ciento vive en zonas rurales. En cuanto al servicio agua y desagüe, el 73,29 por ciento de

viviendas tiene acceso a una red pública de abastecimiento de agua, mientras que solo el 28,29 por ciento cuenta con servicio de red pública de desagüe. Con respecto al servicio de alumbrado eléctrico, sólo el 71,83 por ciento de viviendas tiene acceso a electricidad por red pública (INEI 2018).

En el sector educación, el 34,46 por ciento de la población solo completó la primaria, mientras que el 44,52 por ciento tiene secundaria completa. El 1,80 por ciento ha concluido estudios superiores universitarios. El 87,38 por ciento sabe al menos leer y escribir, mientras que el 12,62 por ciento de la población es analfabeta. En cuanto al servicio de salud, el 72,87 por ciento de la población está afiliada, al menos, a un seguro de salud (INEI 2018).

c. Clima y ecosistemas

El clima principalmente es cálido y lluvioso, con abundante humedad en todas las estaciones del año. La zona de vida predominante es bosque húmedo Subtropical (bh-ST), por lo que su biotemperatura media anual máxima es de 24,5°C y la media anual mínima es de 18,4°C, mientras que la precipitación promedio anual varía desde 1 200 a 1 959 mm.

El relieve es colinado, con presencia de suelos ácidos, profundos y de textura media. El ecosistema predominante es Bosque de colina baja. También hay Bosque de terraza no inundable y en menor extensión, Bosque aluvial inundable. En menor medida, se puede encontrar también áreas de vegetación secundaria.

d. Actividades económicas

Según el uso actual de la tierra, la superficie agropecuaria agrícola es 4 777,33 ha y la superficie agropecuaria no agrícola es 23 526,80 ha. del total de superficie agrícola, 2 137,2 ha son tierras en barbecho, 444,2 ha son cultivos permanentes, 990,5 ha son cultivos transitorios, 37,3 ha son cultivos asociados y 1 168,1 ha son tierras agrícolas no trabajadas. El maíz amarillo duro es el cultivo con mayor superficie sembrada, 504,00 ha, seguido por arroz con 353,75 ha y plátano con 258,00 ha. Otros cultivos importantes son yuca con 109,75 ha, copoazú con 43,75 ha y papaya con 41,50 ha (INEI 2018).

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1. Equipos e instrumentos

Computadora Windows 10 pro, procesador Intel ®, Corel TMi7-4770 CPU @3.40 GHz

Receptor GPS Garmin 62S

Brújula Suunto KB 14/360 R

Hipsómetro Suunto PM 5/360

Cámara fotográfica digital Canon EOS R6

Impresora HP Color LaserJet CP2025

3.2.2. Softwares

ArcGIS versiones 10,5, Google Earth Ms Excel,

Maxent 3.4.4.

R versión 3.5.2

Microsoft Excel versión 2303

3.2.3. Data utilizada

Cartografía base:

Instituto Geográfico Nacional (IGN). Hojas de la carta nacional digital, escala de la fuente 1:100000, conteniendo la información de ríos y lagos y lagunas.

Base de Datos Georeferenciada. Instituto Nacional de Estadística e Informática (capitales de departamento, capitales de distrito, centros poblados año 2007).

Cartografía temática:

Mapa de ecosistemas del MINAM del 2018. Escala: 1:100 000.

Mapa de Cobertura Vegetal del MINAM del 2015. Escala: 1:100 000

Base de datos georeferenciada de deforestación GEOBOSQUES (2000 – 2020) del MINAM.

Mapa de Bosques de Producción Permanente y Concesiones Forestales (GEOSERFOR)

Base de datos del Inventario Nacional Forestal del SERFOR.

Base de datos del Inventario en Bosques de Producción Permanente del SERFOR.

Base de datos georeferenciada del Proyecto UNALM-ITTO PD 251/03 Rev.3 (F) “Evaluación de las existencias comerciales y estrategia para el manejo sostenible de la caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el Perú de la FCF – UNALM.

Base de datos del herbario MOL de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNALM.

Base de datos del Proyecto Larga Escala financiado por el German Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL) (Förderkennzeichen: 281-001-01 to B.D.) con permisos de investigación: R.D. N° 001-2016-SERNANP-DGANP y R.D. N° 001A-2015-SERFOR-DGGSPFFS-DGSPF (Perú) del IIAP.

Base de datos recopilada por Pariente (2018).

3.3. METODOLOGÍA

El proceso metodológico como se muestra en la Figura 2, consistió en la elaboración de un Sistema de Información Geográfico mediante el ordenamiento y estandarización de diferentes bases de datos con ubicación espacial de individuos del género *Dipteryx spp*, el modelamiento de la probabilidad de existencia del género, el análisis espacial de diferentes variables como el cambio de uso y el análisis comparativo de las densidades de la especie en tres escenarios: 1) áreas sin intervención 2) áreas aprovechadas bajo estándares de manejo forestal y 3) áreas aprovechadas sin estándares de manejo forestal.

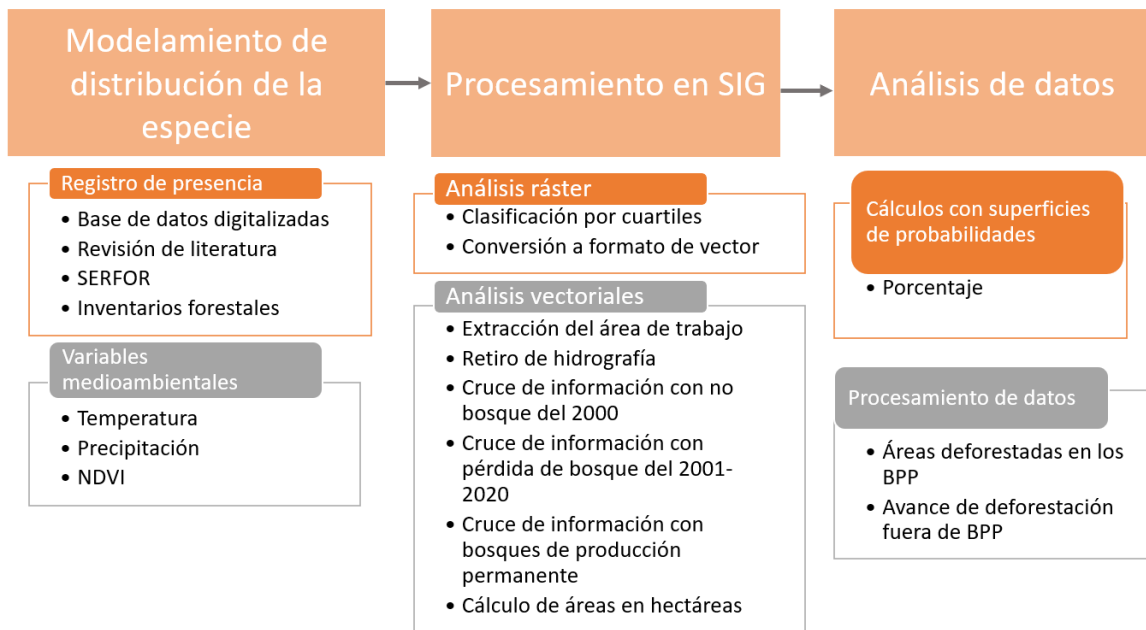


Figura 2. Proceso metodológico

Fuente: Elaboración propia

3.3.1. Elaboración de un Sistema de Información Geográfica de la distribución del género *Dipteryx spp.*

Se recopilaron y sistematizaron 344 registros georeferenciados del género *Dipteryx spp.*, de diferentes fuentes.

Una vez obtenidos y ordenados los datos, se estandarizaron y adecuaron para ser utilizados en el software SIG ArcGIS y MAXENT como se muestra en el Anexo 1.

La información obtenida fue acondicionada para la elaboración de una base de datos espacial y homogénea, generándose archivos en formato espacial *shapefile* para la elaboración de un Sistema de Información Geográfica y así generar un mapa de distribución de los individuos de las especies del género *Dipteryx spp.* como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Mapa de registros de la especie

Fuente: elaboración propia en base a INEI (2017)

La información espacial ordenada por la existencia de individuos, distrito, provincia, departamento, coordenadas geográficas y UTM, fecha de colección, género, especie y los parámetros dasométricos: diámetro a la altura de pecho (dap), altura de fuste (hf), altura total (ht), así como los datos del herbario, nombre del colector proyecto e institución que recopiló la información.

3.3.2. Modelamiento con Maxent

Una vez seleccionados y ordenados los puntos de ocurrencia, se generó un archivo con solo tres atributos (Especie, Longitud, Latitud) como se muestra en la Tabla 4, guardándose en formato CSV (Comma Separated Values). Las variables ambientales se ordenaron en una carpeta denominada “Prev layers cut”, creándose además una carpeta de salida para ordenar los “outputs”.

Tabla 4. Atributos de la base de datos creada

Especie	X	Y
<i>Dipteryx sp</i>	69,9858	11,3345
<i>Dipteryx sp</i>	69,9951	11,3351
<i>Dipteryx sp</i>	69,9947	11,3376
<i>Dipteryx sp</i>	69,9846	11,3375
<i>Dipteryx sp</i>	69,9756	11,3375
<i>Dipteryx sp</i>	69,9754	11,3348
<i>Dipteryx sp</i>	69,9833	11,3348
<i>Dipteryx sp</i>	69,9846	11,3348
<i>Dipteryx sp</i>	69,8274	11,1396
<i>Dipteryx sp</i>	69,8365	11,1408
<i>Dipteryx sp</i>	69,837	11,1408
<i>Dipteryx sp</i>	69,8355	11,1497
<i>Dipteryx sp</i>	69,8354	11,1502
<i>Dipteryx sp</i>	69,8263	11,149
<i>Dipteryx sp</i>	69,7922	11,1223
<i>Dipteryx sp</i>	69,8283	11,1551
<i>Dipteryx sp</i>	69,8287	11,1552
<i>Dipteryx sp</i>	69,8381	11,156
<i>Dipteryx sp</i>	69,8386	11,1562
<i>Dipteryx sp</i>	69,8383	11,1598
<i>Dipteryx sp</i>	69,8379	11,1652
<i>Dipteryx sp</i>	69,8378	11,1655
<i>Dipteryx sp</i>	69,8309	11,1648
<i>Dipteryx sp</i>	69,8287	11,1646
<i>Dipteryx sp</i>	69,8256	11,1613
<i>Dipteryx sp</i>	69,7665	11,1185

Las variables ambientales se obtuvieron de imágenes Landsat 8 del United States Geological Survey (USGS) con baja nubosidad y representativas de la variabilidad estacional y 19 variables bioclimáticas (World Climate Data - WorldClim).

Las variables utilizadas tenían la misma proyección, extensión del raster y tamaño del píxel (coordenadas sexagesimales, datum WGS 1984, 1 km/píxel).

Se derivaron cuatro índices de vegetación de las imágenes Landsat empleando las bandas rojo e infrarrojo cercano. SR simple ratio o Índice de vegetación simple ($SR = NIR / Rojo$), SRSR simple ratio square root o Índice de vegetación de la relación de la banda de onda corta ($SRSR = (SWIR1 / Rojo) / (SWIR2 / NIR)$), donde SWIR1 es la reflectancia en la banda de onda corta infrarroja 1, SWIR2 es la reflectancia en la banda de onda corta infrarroja 2, NIR es la reflectancia en el infrarrojo cercano y Rojo es la reflectancia en la banda del rojo, NDVI normalized difference vegetation index o Índice de vegetación de diferencia normalizada ($NDVI = (NIR - Rojo) / (NIR + Rojo)$) donde NIR es la reflectancia en el infrarrojo cercano y Rojo es la reflectancia en la banda del rojo y VI vegetation index o índice de Vegetación ($VI = (NIR - Rojo) / (NIR + Rojo)$) donde NIR es la reflectancia en el infrarrojo cercano y Rojo es la reflectancia en la banda del rojo (Melillos 2020).

Finalmente se verificó y corrigió la precisión espacial y las propiedades de los archivos y se transformaron a formato ASCII según requerimientos de Maxent, así como la coincidencia de los límites geográficos y el mismo tamaño de celda de todas las cuadrículas realizándose hasta 10 réplicas, con 5 000 interacciones cada una.

Una vez realizado el modelamiento, se utilizó el raster convirtiéndose a formato vectorial usando la herramienta “reclassify” y “raster to polygon” del ArcGis. Luego de ello, se realizó un recorte de la cobertura de la probabilidad de presencia con la provincia de Tahuamanu utilizando la herramienta “clip” del ArcGis.

Obtenido el mapa de probabilidad del área de trabajo, se incorporó la simbología en tres categorías, obteniéndose un *shapefile* de probabilidad de presencia del género *Dipteryx spp*, separando tres clases: rojo de mayor probabilidad, naranja de probabilidad media y crema de baja probabilidad de existencia del género.

Los modelos generados fueron sometidos a las pruebas de la curva de respuesta con el análisis de omisión o comisión, de sensibilidad ROC (Receiver Operating Characteristic),

el área bajo la curva (AUC por sus siglas en inglés) y la prueba de Jackknife para verificar la confiabilidad y el efecto de cada variable dentro del modelo (Scheldeman y van Zonneveld 2010, citado por Hernandez 2018).

Una vez obtenido el mapa de probabilidad de ocurrencia del género *Dipteryx spp*, se recortó la información para la provincia de Tahuamanu, adicionalmente, se incorporó la simbología, obteniéndose un *shapefile* (formato vectorial) con la probabilidad de presencia del género. Adicionalmente, se retiró la hidrografía de la cobertura bosque y no bosque del área de estudio.

3.3.3. Análisis de la deforestación

Se realizó el análisis de deforestación en Tahuamanu hasta el año 2000 y entre los años 2000 – 2020, para ello, a través de la página de GEOBOSQUES del MINAM, se descargó la información de pérdida de bosque en formato vectorial y ráster, en donde aparece la pérdida de bosques en todo el Perú del año 2001 al 2020 y el archivo espacial de bosque y no bosque para el año 2020.

En el archivo espacial bosque - no bosque para el año 2020 se seleccionó en la Tabla de atributos la cobertura no bosque al 2020, además de la hidrografía. Para cuantificar la información de no bosque antes del año 2000, aplicó las herramientas *data* y *export data* del *software* al *shapfile* del 2000.

Luego se realizó un corte con el área de estudio que es la provincia de Tahuamanu para ambos archivos espaciales, para lo cual se utilizó la herramienta “Clip” del *software*. En el archivo espacial de pérdida del 2001 al 2020 se agruparon los años 2001 a 2010 y 2010 al 2020.

Se codificó la Tabla de atributos según el agrupamiento deseado, se realizó una disolución de las áreas para lo cual se utilizó la herramienta “Dissolve” para obtener las áreas unidas por categoría de pérdida de bosques.

3.3.4. Estructura poblacional y densidad

Se organizaron y estandarizaron diferentes bases de datos para realizar el análisis de la estructura poblacional del género con los datos estandarizados de los árboles encontrados, así mismo, se calculó la densidad de los árboles relacionando el número de individuos con el área de evaluación.

Esta información se relacionó con las áreas de bosques existentes, se calcularon las áreas con probabilidades de existencia del género multiplicando las densidades encontradas con la base de datos y con los resultados de la etapa de validación.

3.3.5. Validación del modelamiento

Una vez estimada el área de mayor probabilidad de existencia del género *Dipteryx spp* en gabinete, se realizó el trabajo de campo para validar la información obtenida en el modelamiento. La finalidad de esta actividad fue recolectar datos sobre la distribución y densidad poblacional del género.

Se recogió información de campo en tres sectores de dos concesiones forestales de la provincia de Tahuamanu, determinándose densidad poblacional del género. Los sectores evaluados fueron los siguientes:

- a. El PC 20 es una parcela de corta de una concesión forestal la cual no ha tenido ningún tipo de aprovechamiento forestal como se muestra en la parte inferior izquierda de la Figura 4.
- b. La PCA 11 es una parcela de corta aprovechada hace 10 años mediante la aplicación de los estándares de manejo forestal sostenible y certificación forestal utilizados por la concesión forestal, la parcela de corta la podemos apreciar en la parte central de la Figura 4.
- c. El tercer sector fue una parcela de corta en una concesión forestal donde se cumplió la normativa, sin embargo, ha sufrido una serie de invasiones a sus áreas por parte de agricultores, la PCA podemos apreciarla en la parte superior derecha de la Figura 4.

El trabajo de campo se realizó entre el 4 y 15 de junio del 2022 evaluándose 18 fajas de 1 ha en los escenarios descritos, las variables evaluadas fueron las que se muestran en la Tabla 5. La brigada de evaluación estuvo conformada por un jefe de brigada, un matero y un trochero.

El objetivo fue medir la respuesta del género al aprovechamiento y realizar las comparaciones respectivas.

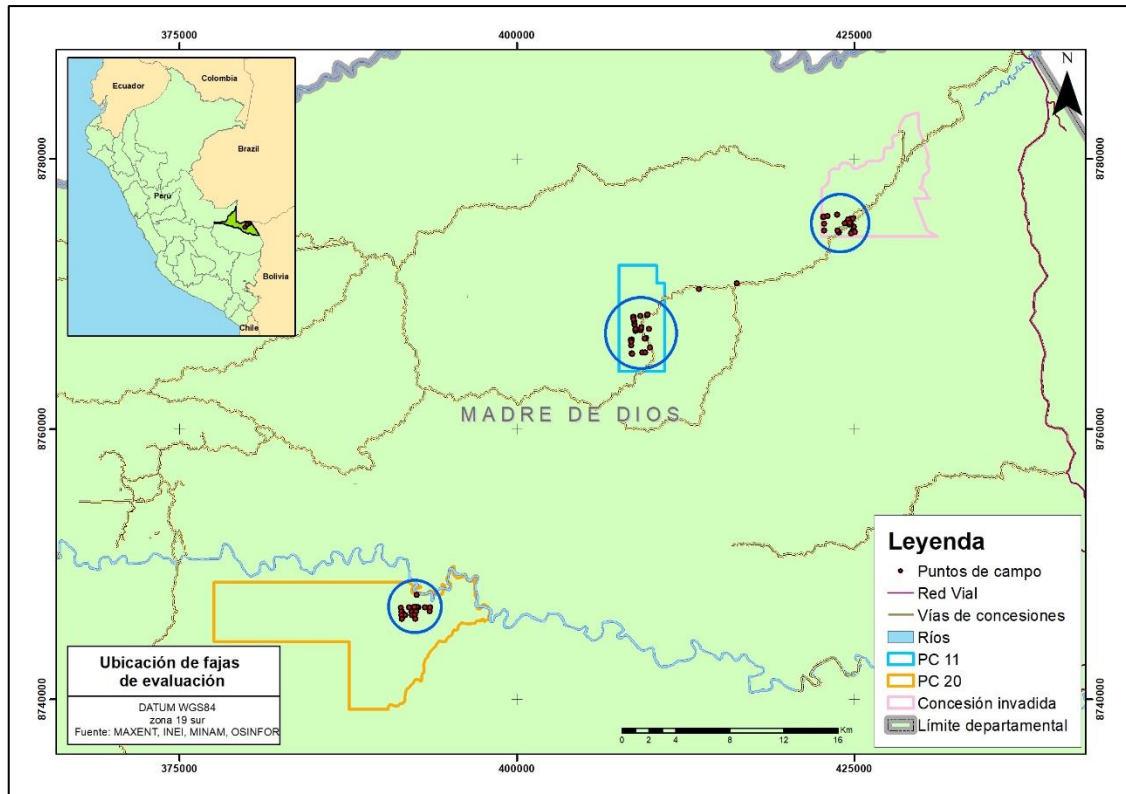


Figura 4. Ubicación de fajas de evaluación

Fuente: Elaboración propia

Los parámetros dasométricos recolectados por cada individuo evaluado en campo fueron dap, hf, ht y condición, así como la ubicación espacial, en el caso de brinzales se realizó conteo de individuos y se midió la altura total como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Parámetros evaluados en el trabajo de campo

Tipo de parcela	Subparcela		Parcela	
Tamaño de parcela evaluada	10 m x 10 m	10 m x 10 m	1 000 m x 10 m	1 000 x 10 m
Superficie	100 m ²	100 m ²	10 000 m ²	10 000 m ²
Categoría de vegetación evaluada	Brinzal	Latizal	Fustal	Árboles
Tamaño de individuos evaluados	ht = 0,30 – 1,3 m	ht ≥ 1,3 m, Hasta dap ≤ 5 cm	dap 5 - 30 cm	dap ≥ 30 cm
Parámetros evaluados	Conteo de individuos, altura total	dap, Altura total, Altura de fuste	Coordenadas X, Y, dap, Altura total, Altura de fuste	Coordenadas X, Y, dap, Altura Total, Altura de fuste, Posición sociológica

Fuente: Elaboración propia

Se evaluaron 18 fajas de 1 kilómetro de largo por 10 metros de ancho, es decir, cada faja contó con una superficie de 1 hectárea. Se evaluaron a todos los individuos del género *Dipteryx spp* con dap por encima de 5 cm, así mismo, cada 100 metros se evaluó la regeneración natural de individuos con dap menor a cinco cm en parcelas de 100 m² como se muestra en las Figuras 5 y 6.

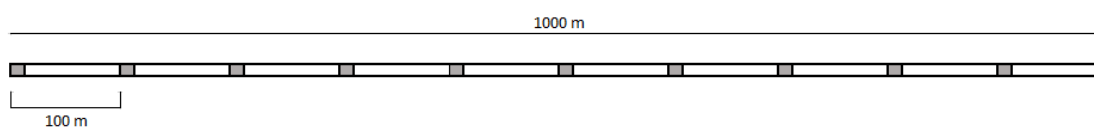


Figura 5. Forma y tamaño de la faja de evaluación de 1 kilómetro

Fuente: Elaboración propia

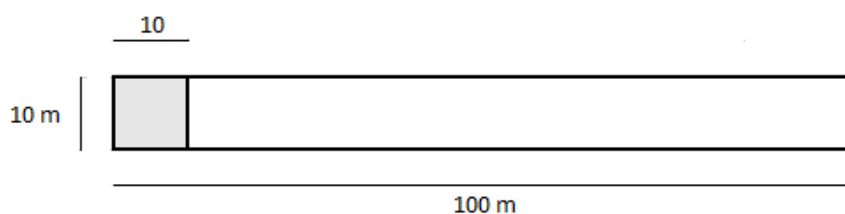


Figura 6. Forma y tamaño de la faja de evaluación de 100 metros

Fuente: Elaboración propia

3.3.6. Estimación poblacional

Para estimar la población del género *Dipteryx spp* en la provincia de Tahuamanu, se analizó la estructura poblacional utilizando la distribución de frecuencias por clases diamétricas por hectárea.

El análisis se realizó por sectores: PC 20 = Parcela de Corta sin aprovechar, PC 11 = Parcela de corta aprovechada hace 12 años bajo estándares de manejo forestal sostenible y Concesión = Parcela aprovechada sin estándares de manejo forestal, se calculó las áreas y discriminando las de no bosque, tomando en consideración las evaluaciones poblacionales realizadas en las concesiones forestales antes y después del aprovechamiento. Luego de ello, se multiplicó cada área con la densidad encontrada en la evaluación realizada y validada en campo.

Se calculó la densidad poblacional utilizando la base de datos ordenada contabilizando el número de individuos encontrados y el número de parcelas o unidades muestrales evaluadas en los diferentes inventarios sistematizados obteniendo las densidades por hectárea.

Para la construcción de la estructura poblacional con los datos de campo, la información dasométrica fue clasificada en clases diamétricas con un rango de 10 cm.

Para determinar la densidad poblacional, se realizó el conteo por unidad de muestreo de individuos por cada categoría diamétrica, colocando la densidad respectiva (0,1, 2 o más individuos por categoría). De esta manera se realizó un cuadro de doble entrada, colocando las unidades muestrales en filas y en columnas las diferentes categorías diamétricas, calculándose un promedio de cada categoría diamétrica considerando todas las muestras (con presencia o no de individuos).

De esta manera, los promedios de densidad por categoría diamétrica representan que cantidad de individuos se pueden encontrar por cada una de ellas. La sumatoria de los resultados de cada categoría representan la densidad por hectárea encontrada para el género.

Adicionalmente, se realizó un análisis poblacional después del aprovechamiento seleccionando PCAs donde se hayan realizado prácticas de aprovechamiento del género *Dipteryx spp* en la provincia Tahuamanu.

Una vez determinadas las PCAs aprovechadas se analizó la red de caminos y se planificó la ruta de evaluación evaluándose 6 ha en la zona.

Se calculó la densidad poblacional utilizando la estructura poblacional encontrada en el trabajo de campo y aplicando la densidad encontrada en el escenario de los BPP aprovechados.

Para la construcción de la estructura poblacional con los datos de campo en las zonas aprovechadas, se ordenaron las frecuencias en clases diamétricas con un rango de 10 cm.

Con los resultados, se calculó la densidad poblacional de las Parcelas de Corta aprovechadas, estimándose la población en Bosques de Producción Permanente, además se comparó la regeneración natural encontrada en los tres escenarios evaluados (Parcela de Corta sin aprovechar, Parcela de corta aprovechada hace 12 años bajo estándares de manejo forestal sostenible y Parcela aprovechada sin estándares de manejo forestal).

3.3.7. Análisis estadístico

Para comparar la data de estructura de individuos aprovechables se realizó un análisis de varianza con una distribución Poisson, para reducir errores en la distribución se aplicó un modelo lineal generalizado, tras lo cual se identificó si había diferencia significativa entre las parcelas muestreadas.

Para comparar la regeneración entre los distintos tipos de parcela, se empleó una prueba de Kruskal-Wallis, dado que las muestras no siguen una distribución normal. Las hipótesis fueron las siguientes:

$$H_0: me_{Concesión} = me_{PC20} = me_{PCA11}$$

$$H_a: Al menos una me_i es distinta$$

Donde: me = mediana

En caso de que el valor de p resultó menor a 0.05, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna que indica que al menos una de las parcelas muestreadas presentaba diferencia significativa.

Posteriormente se aplicó la prueba Dunn con el método Holm, para identificar a la parcela con mayor diferencia significativa.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ELABORACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO DEL GÉNERO *Dipteryx* spp.

Se organizaron a través de un Sistema de Información Geográfica 344 registros del género *Dipteryx* spp, información de cambio de uso entre el 2000 y el 2020 del GEOBOSQUES del MINAM así como información base del INEI.

La base de datos georeferenciada cuenta con la información espacial de los individuos, así como el distrito, provincia, departamento, coordenadas geográficas y UTM, fecha de colección, género, especie y los parámetros dasométricos: diámetro a la altura de pecho (dap), altura de fuste (hf), altura total (ht), así como los datos del herbario, nombre del colector proyecto e institución que recopiló la información.

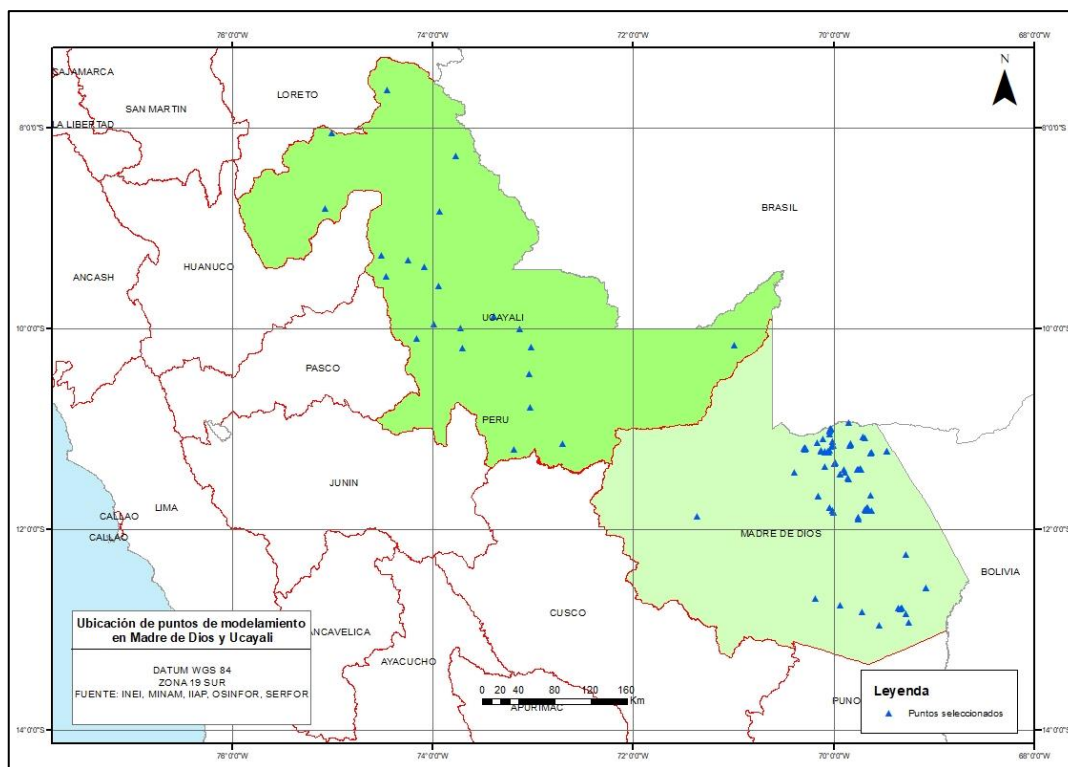


Figura 7. Mapa de registros de la especie en Ucayali y Madre de Dios

Fuente: elaboración propia en base a INEI (2017)

4.2. MODELAMIENTO CON MAXENT

Para el modelamiento, se seleccionaron 116 individuos ubicados a más de 1 km de distancia entre ellos en las regiones de Madre de Dios y Ucayali debido a la existencia de una adecuada continuidad y distribución de los registros.

La Figura 8 muestra los resultados de la prueba *Jackknife*, la variable ambiental de mayor ganancia cuando se usa aisladamente es la 2 (Rango medio diario de temperatura (máx. – mín.)), que por lo tanto parece tener la información más útil por sí misma. La variable ambiental que más disminuye la ganancia cuando se omite es la 16 (Precipitación del trimestre más lluvioso), que por lo tanto parece tener la mayor cantidad de información que no está presente en las otras variables. Los valores que se muestran son promedios sobre ejecuciones replicadas.

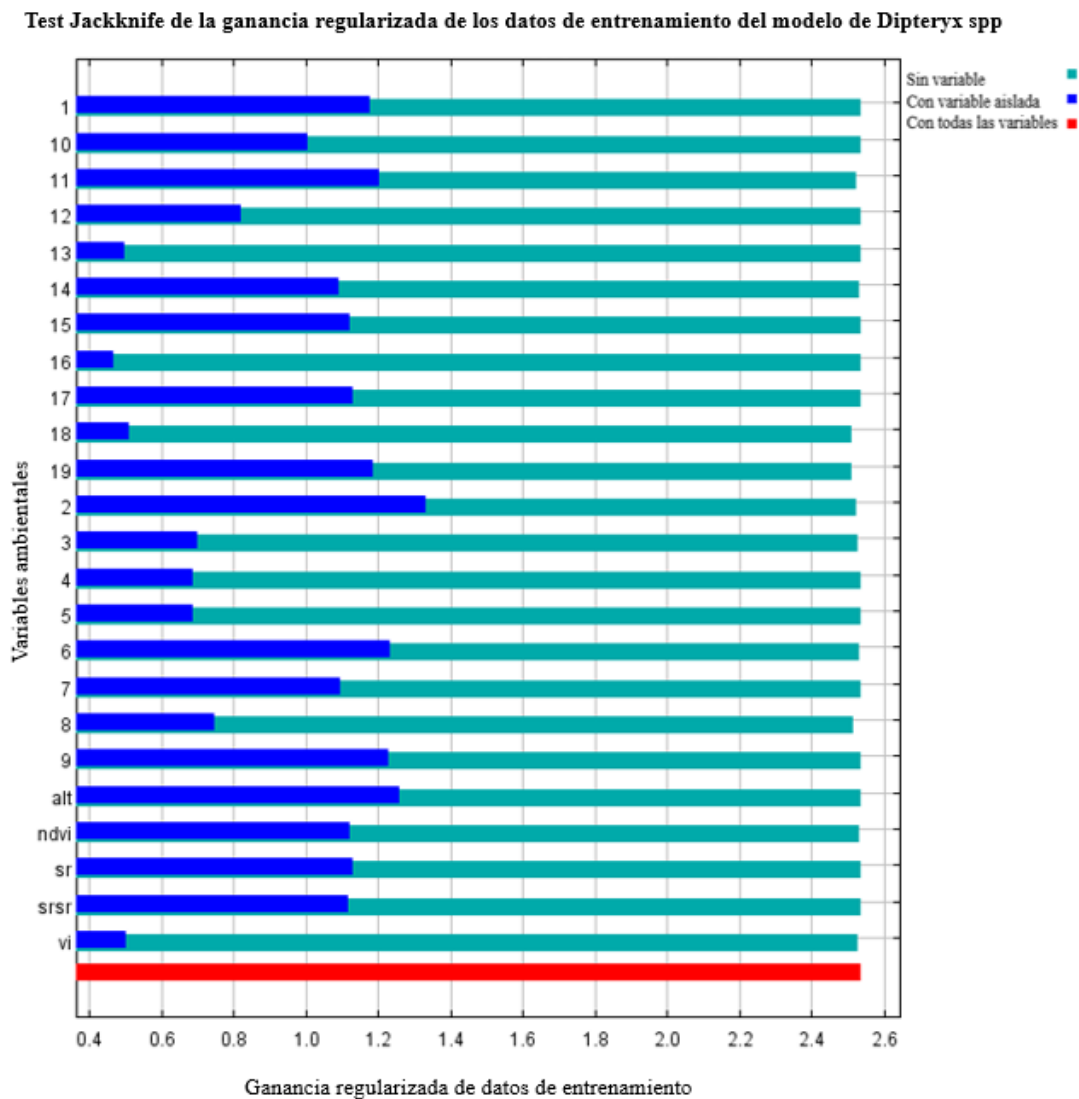


Figura 8. Test de Jacknife de sitios de entrenamiento

Así mismo, podemos observar la variable Índice normalizado de diferencias de vegetación (NDVI) con un mayor porcentaje de contribución al modelo con un 22 por ciento, mientras que la variable bioclimática 3 (Isotermalidad ($BIO2/BIO7 \times 100$) en segundo lugar, contribuyendo con un 21 por ciento al modelo y en tercer lugar la variable bioclimática 7 (Temperatura anual máxima del periodo más cálido menos la temperatura mínima del periodo más frío) como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Porcentaje de contribución de las variables al modelo

Variable	Porcentaje de contribución (Porcentaje)	Importancia de permutación
ndvi	22	1,3
3	21	1,4
7	17,2	0,1
14	7,6	3,3
alt	6,3	1,9
12	6	0
17	4,4	1,7
18	4	4
2	2,9	2,8
11	1,9	3,5
19	1,4	27
8	0,9	38,8
sr	0,9	0,4
5	0,8	0,2
vi	0,6	0,8
4	0,5	0,4
1	0,4	0,3
15	0,4	0,4
6	0,2	8,7
srsr	0,2	0
10	0,2	0
9	0,1	2,5
13	0	0,4
16	0	0

En la Figura 9 se muestra la tasa de omisión de la prueba y el área predicha en función del umbral acumulativo promediado sobre las ejecuciones repetidas, La tasa de omisión debe estar cerca de la omisión prevista, debido a la definición del umbral acumulativo, así mismo, se muestra la curva característica operativa del receptor (ROC) para los mismos datos

nuevamente promediados sobre las ejecuciones repetidas. El AUC promedio de la prueba para las ejecuciones repetidas es 0,964 y la desviación estándar es 0,01.

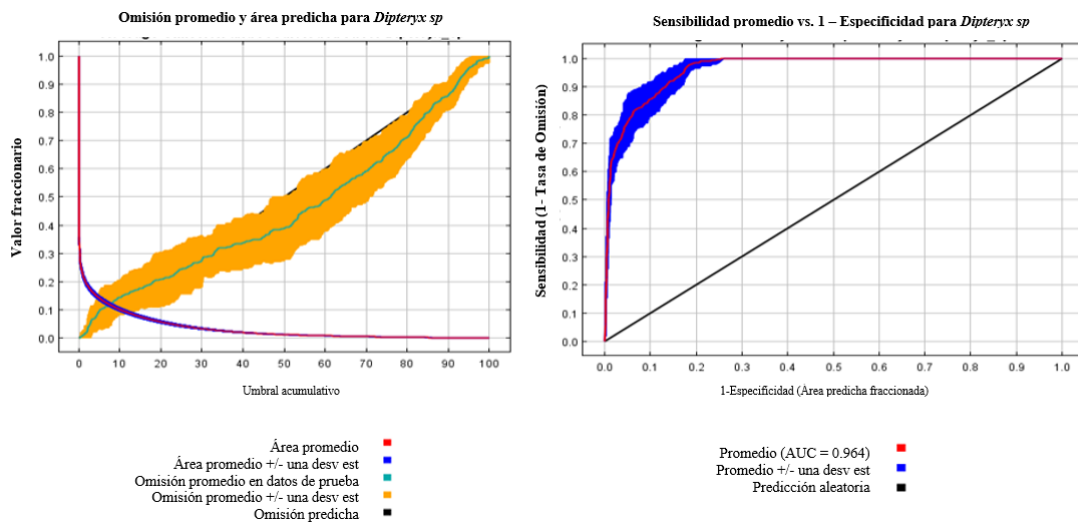


Figura 9. Análisis de omisión y sensibilidad

Las dos imágenes que se muestran en la Figura 10 indican la desviación estándar y la media por puntos de las 15 cuadrículas de salida. Otras cuadrículas de resumen disponibles son min, max y mediana.

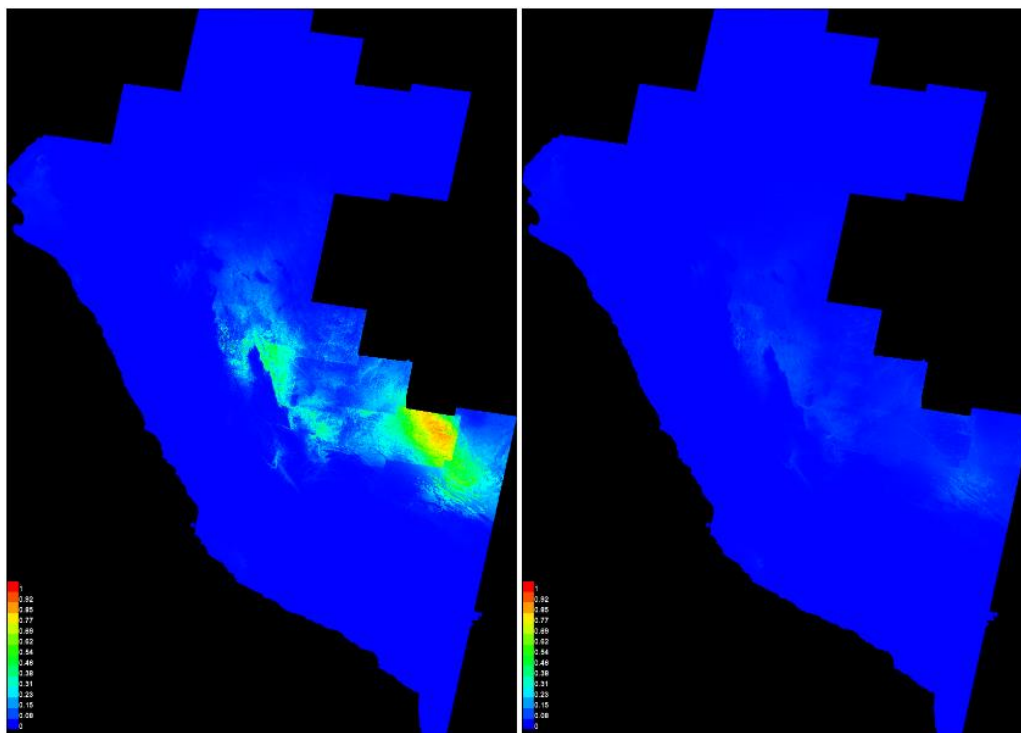


Figura 10. Desviación estándar y media del modelamiento

La Figura 11, muestra los resultados del modelamiento de la probabilidad de ocurrencia del género *Dipteryx spp* organizado en cuantiles en formato vectorial para las regiones de Ucayali y Madre de Dios.

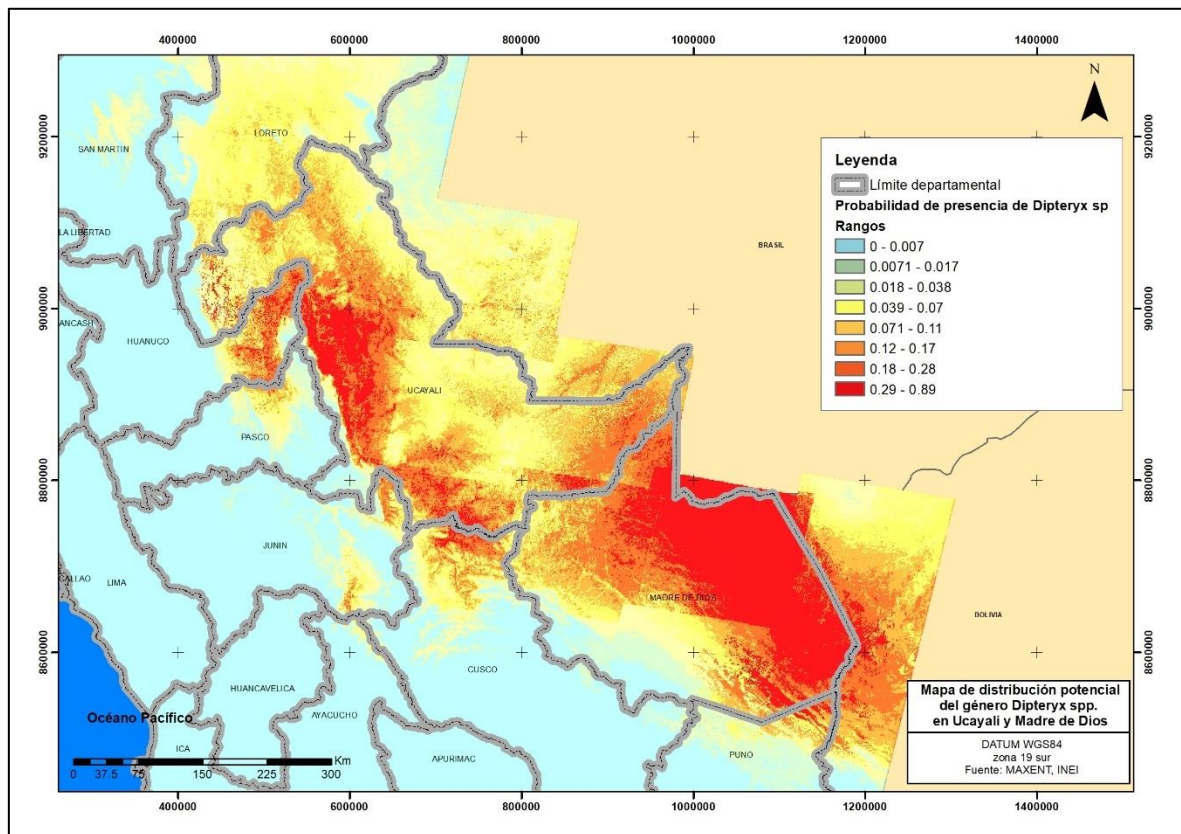


Figura 11. Mapa de distribución potencial del género *Dipteryx spp* en Ucayali y Madre de Dios

Fuente: Elaboración propia

La información del raster de la probabilidad de ocurrencia fue exportada a formato vectorial y separada en tres clases: rojo de mayor probabilidad, naranja de probabilidad media y crema de baja probabilidad de existencia del género en la provincia de Tahuamanu como se muestra en la Figura 12.

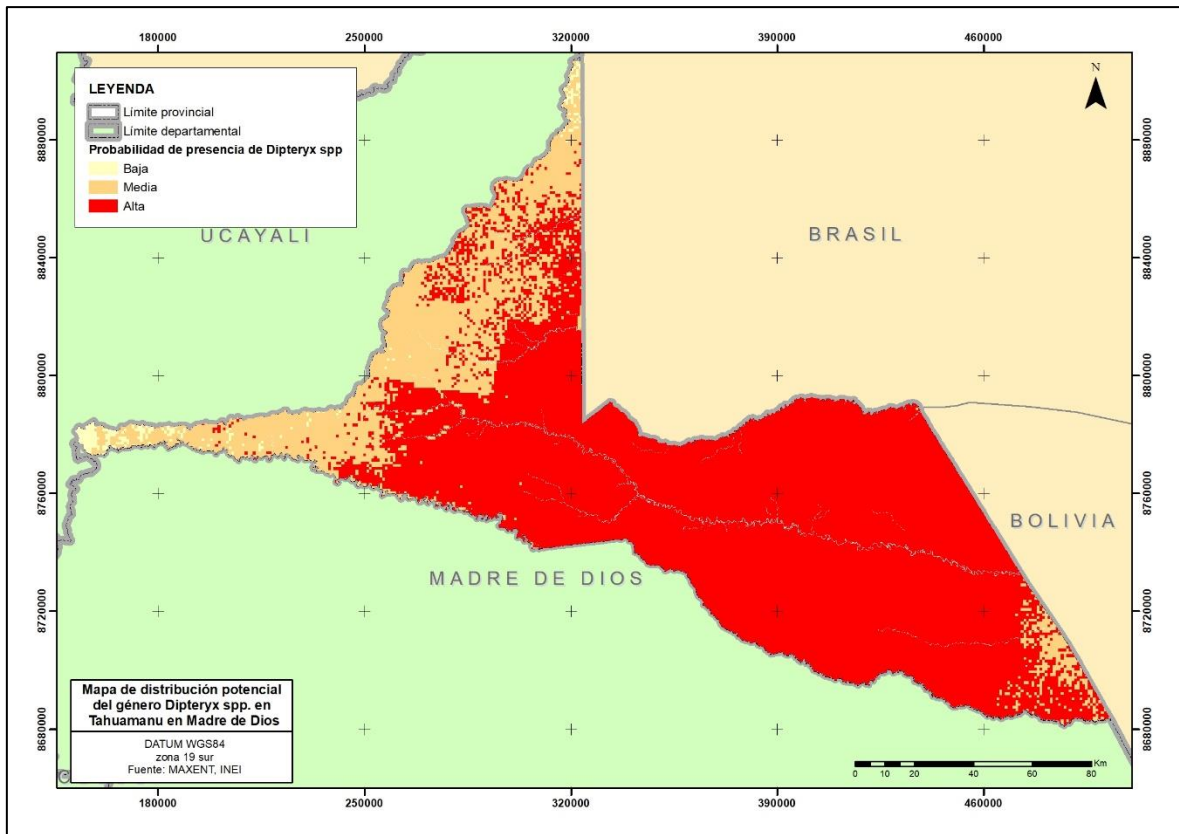


Figura 12. Mapa de distribución potencial del género *Dipteryx spp* en Tahuamanu en Madre de Dios

Fuente: Elaboración propia

Los resultados del cálculo de la probabilidad de ocurrencia del género en la provincia de Tahuamanu son 1 544 967, 48 ha de probabilidad alta, 409 728,25 ha de probabilidad media y 18 552,46 ha de probabilidad baja como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7. Superficies de zonas de mayor y menor probabilidad de ocurrencia

Probabilidad	Área total (ha)
Baja	18 552,46
Media	409 728,25
Alta	1 544 967,48
Total	1 973 248,18

4.3. ANÁLISIS DE LA DEFORESTACIÓN

La deforestación total en la provincia de Tahuamanu, asciende a 97 786,44 ha equivalentes al 9,6 por ciento de su superficie. En la Tabla 8 podemos observar el cambio de uso en el área de Bosques de Producción Permanente al año 2000 de 3 703,52 ha, equivalente al 0,43 por ciento de su superficie, mientras que el cambio de uso acumulado entre el año 2001 y 2020 asciende a 31 160,54 ha equivalente a 3,66 por ciento de su superficie, mientras que en las áreas de influencia de la carretera interoceánica hasta el año 2000 eran de 30 821,94 hectáreas y entre el año 2001 y 2020 ascendieron a 65 057, 55 ha equivalentes al 35,75 por ciento de su superficie, mientras que en la reserva Territorial la deforestación acumulada principalmente por aspectos naturales asciende a 1 568,36 ha equivalente al 0,17 por ciento de su superficie.

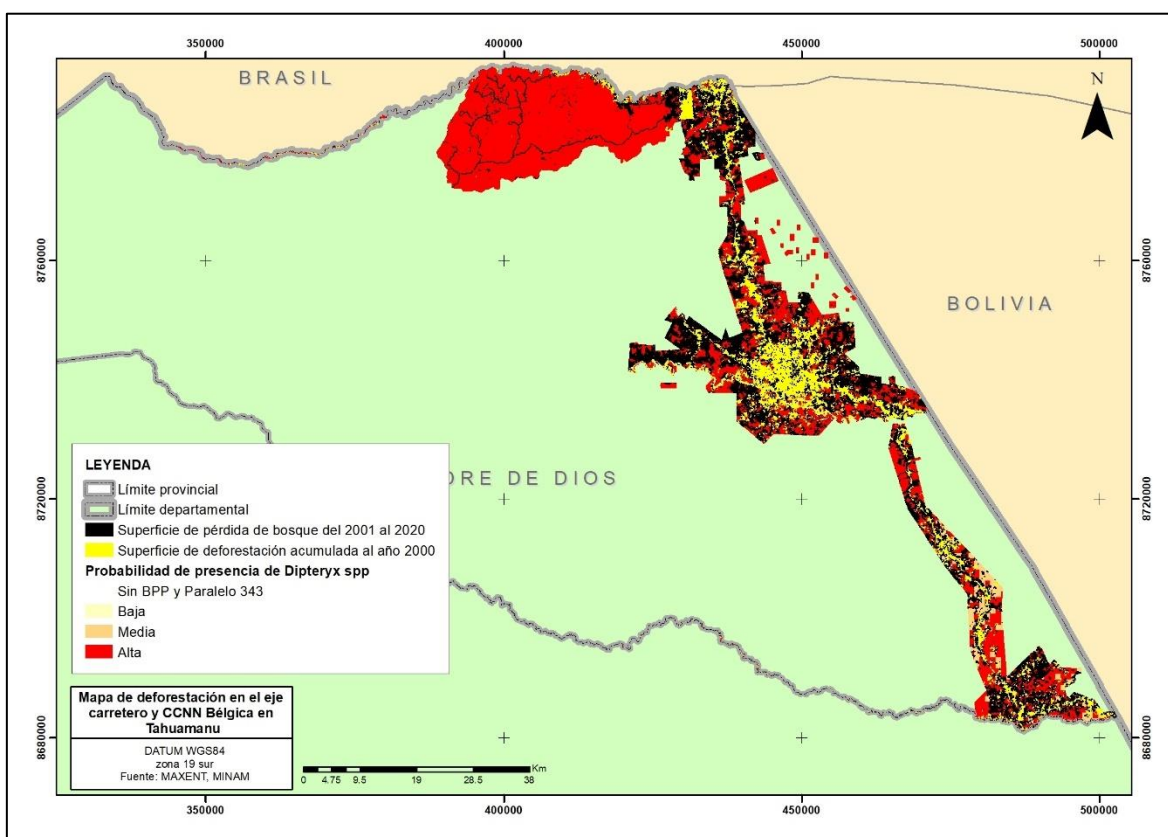


Figura 13. Mapa de deforestación en el eje carretero y CCNN Bélgica en Tahuamanu

Fuente: Elaboración propia

En términos generales el cambio de uso anual promedio en Bosques de Producción Permanente en Tahuamanu es del 0,16 por ciento, siendo sumamente baja en comparación con la ocurrida en el eje carretero, además, se debe considerar que las Parcelas de Corta en

BPP se cierran después del aprovechamiento, permitiendo que el bosque se recupere a diferencia del cambio de uso existente en el eje carretero.

Tabla 8. Deforestación acumulada en la provincia de Tahuamanu

Zona	Área total (ha)	Pérdida al año 2000	Pérdida 2001 y 2020	Deforestación (ha)	Porcentaje	Deforestación anual
BPP	851 316,62	3 703,52	27 457,02	31 160,54	3,66	0,16%
Reserva Territorial	939 967,33	1 324,84	243,51	1 568,36	0,17	0,00%
Eje carretero	181 984,52	30 821,94	34 235,61	65 057,55	35,75	0,94%
Total	1 973 268,46	35 850,30	61 936,14	97 786,44		

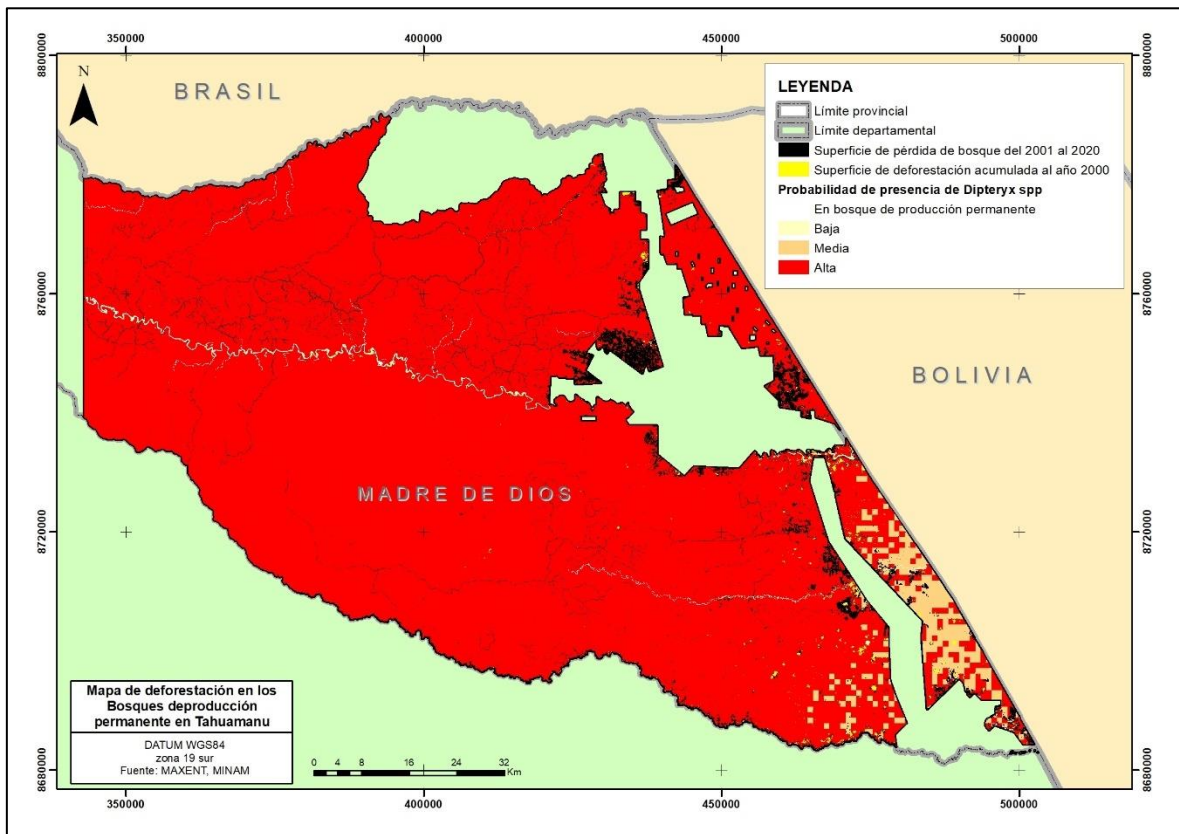


Figura 14. Mapa de deforestación en los Bosques de Producción Permanente en Tahuamanu

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la deforestación existente en la Reserva Territorial Tahuamanu, al año 2000 básicamente se realizaba por procesos naturales al estar totalmente aislada de actividades

antrópicas encontrándose 1 324,84 hectáreas equivalentes al 0,14 por ciento de su superficie, entre el año 2001 y 2020 se encontraron 1 568,36 hectáreas equivalentes al 0,17 por ciento de su superficie.

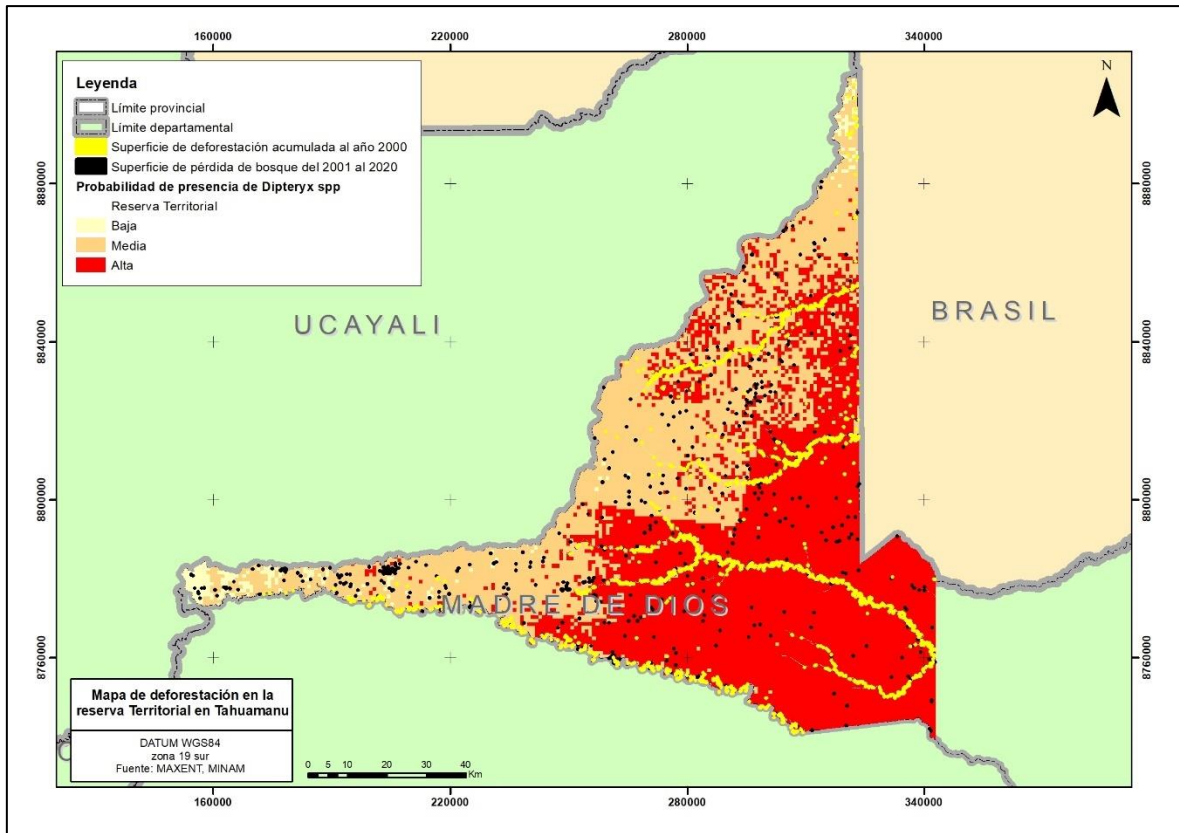


Figura 15. Mapa de deforestación en la reserva Territorial en Tahuamanu

Fuente: Elaboración propia

La Figura 15 muestra la superficie deforestada hasta el año 2000 sobre las áreas de probabilidad de presencia del género *Dipteryx spp* diferenciando estas áreas hasta antes del año 2000 y entre los años 2000 y 2020.

Como resultado del análisis de deforestación, podemos concluir que los Bosques de Producción Permanente han contribuido a la conservación de los Bosques en la Provincia de Tahuamanu, lo cual es reflejado en los resultados del análisis donde la tasa de deforestación en BPP es ligeramente superior a la de la Reserva Territorial Tahuamanu y casi 10 veces inferior a la tasa de deforestación existente en el eje carretero; en ese sentido, se puede concluir que los BPP en Tahuamanu cumple la función de área de amortiguamiento de la Reserva Territorial y que han contribuido a la conservación de bosques en la provincia de Tahuamanu.

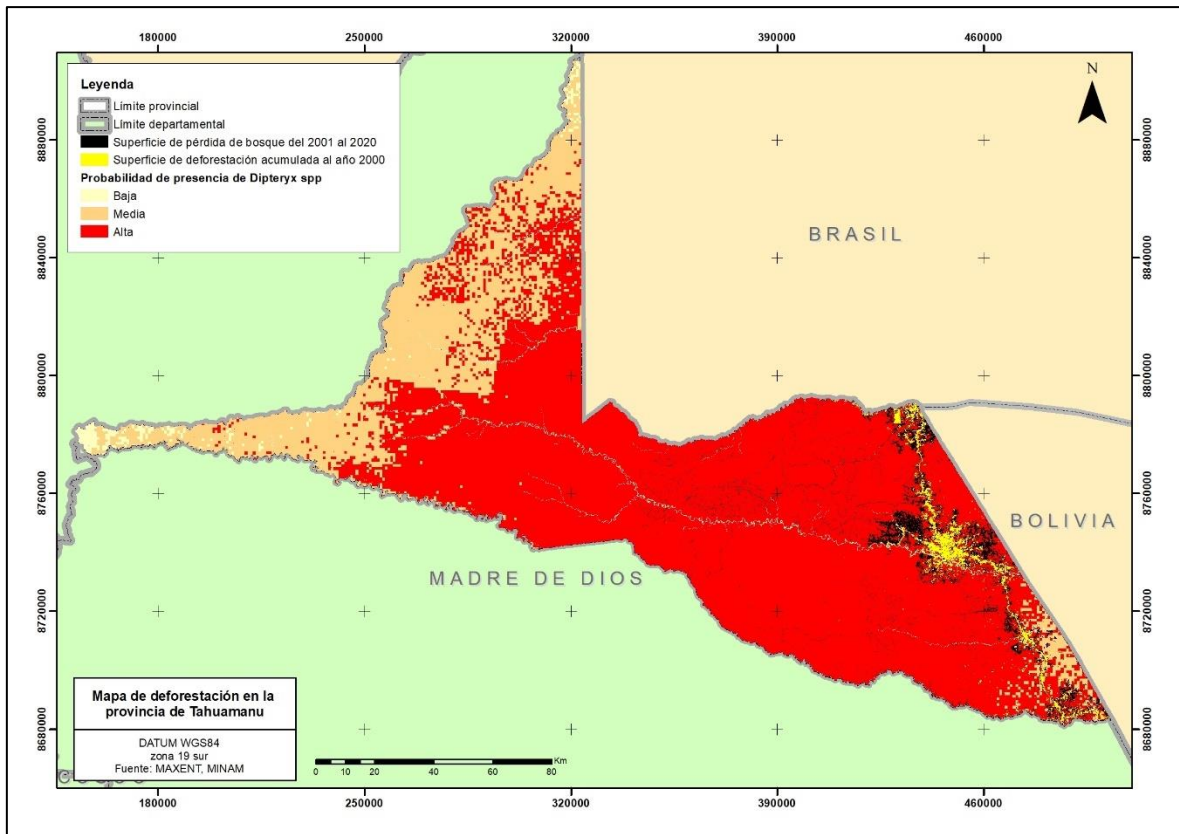


Figura 16. Mapa de deforestación en la provincia de Tahuamanu

Fuente: Elaboración propia

4.4. ESTRUCTURA POBLACIONAL Y DENSIDAD

Se organizaron bases de datos de diferentes fuentes como el Inventario en Bosques de Producción Permanente en el cual el rango de dap va desde 11,8 cm hasta 170 cm, los árboles ordenados en la base de datos del Proyecto Caoba van desde 32 a 235 cm de dap, los datos proporcionados por el Proyecto Cedro van desde 20 a 40 cm de dap, los datos proporcionados por el IIAP van desde 26,3 hasta 195 cm de dap, los datos recopilados en el trabajo de campo van desde 6 hasta 125 cm de dap.

En las diferentes etapas del Inventario Nacional Forestal se encontraron 40 individuos del género *Dipteryx spp* de un total de 155 unidades muestrales (UM) evaluadas, es decir, se encontró presencia de individuos en el 25 por ciento de las UM, es decir, una frecuencia del 25 por ciento.

En los diferentes Inventarios en Bosques de Producción Permanente realizados por el SERFOR como el de Atalaya en el 2016, se registró una frecuencia del 33 por ciento encontrándose 16 individuos del género en 9 de 27 UM evaluadas o en el 33 por ciento (densidad = 0,59 ind/ha).

En la campaña de Atalaya – Coronel Portillo en el 2021 se evaluaron 23 unidades muestrales en las cuáles se encontraron 11 individuos del género en 8 UM, es decir, en el 20 por ciento de las UM, es decir una frecuencia del 34 por ciento (densidad = 0,59 ind/ha).

En el inventario en BPP realizado en Tambopata el 2021 se evaluaron 24 UM, encontrándose 5 individuos en 5 UM, es decir en el 20 por ciento (densidad = 0,2 ind/ha).

La Figura 17 muestra la estructura diamétrica del género de las diferentes bases de datos analizadas, encontrándose la mayor población en las clases diamétricas entre 45 y 85 cm. De dap.

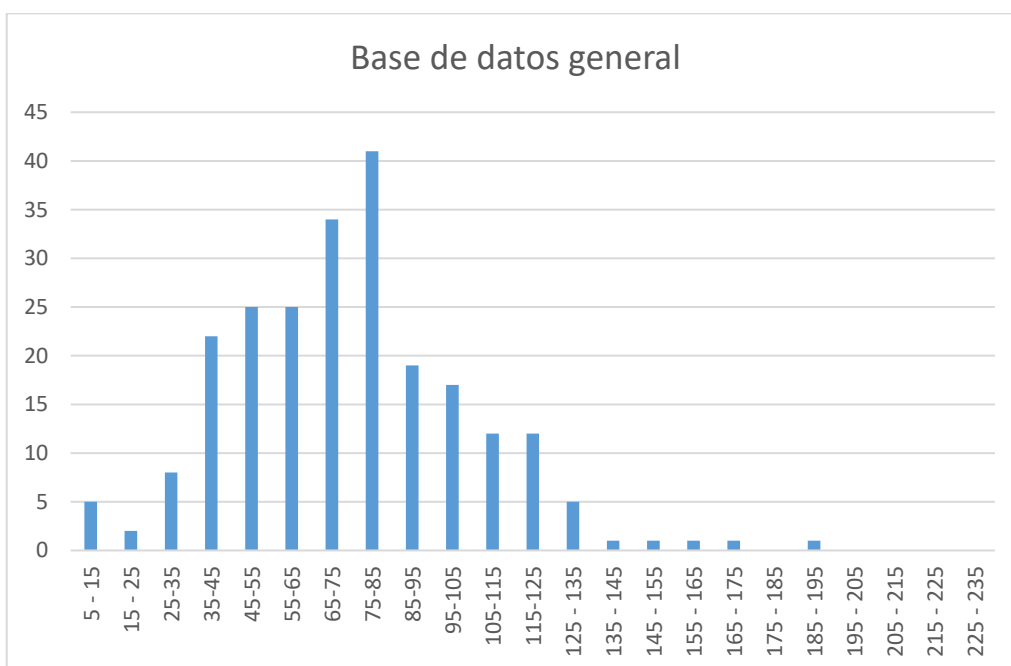


Figura 17. Estructura poblacional y la densidad del género *Dipteryx spp*

En la provincia de Tahuamanu se encontró una distribución de frecuencias por clase diamétrica como se muestra en la Figura 18.

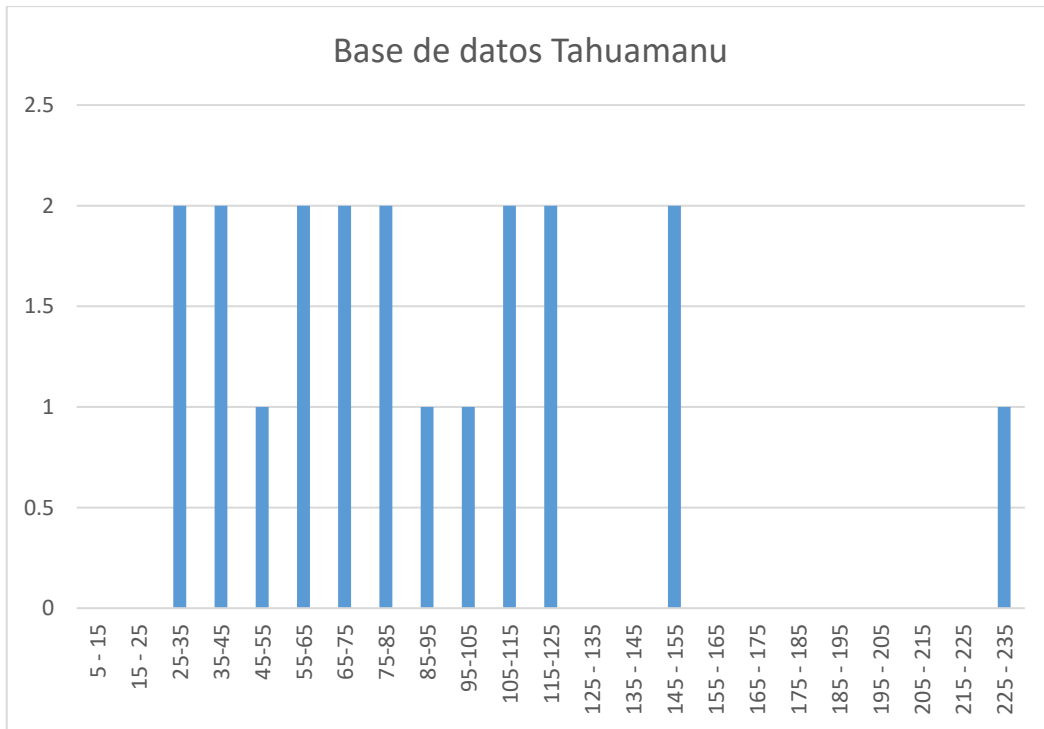


Figura 18. Estructura poblacional y la densidad del género *Dipteryx spp* en Tahuamanu

En la Tabla 9 se presenta el número de árboles estimados por ha a partir de un dap mayor a 30 cm de 0,49 ind/ha y para árboles de dap \geq a 50 cm una densidad de 0,45 ind/ha.

Espinoza (2020) encontró 0,71 ind/ha de árboles con dap \geq 40 cm en su concesión para conservación en la cuenca del río Las Piedras en Madre de Dios, mientras que Jenkins (2009) menciona que dos especies de árboles tropicales (*Dipteryx micrantha* y *Cedrela odorata*) son relativamente abundantes (2-6 árboles por hectárea) tanto en el norte como en el sur de la Amazonía, sin embargo, no menciona a partir de que dap.

Tabla 9. Densidad poblacional del género *Dipteryx spp* en la provincia de Tahuamanu

No	Tipo de evaluación	Individuos	Presencia en UM	Número de UM	Tamaño de UM (ha)	Área	Individuos por hectárea
1	Inventario Nacional Forestal Proyecto Caoba y Cedro - UNALM	> 30 cm dap	40	155	0,70	Selva Baja - Tahuamanu	0,37
2	PGMF Maderacre 2019	> 30 cm dap	22	82	0,64	Tahuamanu	0,42
3	PGMF Forestal Otorongo 2018	> 30 cm dap		498	0,50	Tahuamanu (154,511 ha)	0,74
4	PGMF Inversiones forestales Chullachaqui SAC 2018	> 54 cm dap		20	1,00	Tahuamanu (75,333 ha)	0,58
5		> 51 cm dap		20	1,00	Tahuamanu (96,688 ha)	0,32
						Máx	0,74
						Mín	0,32
						Prom	0,49

En la Tabla 10 se presenta el número de árboles estimados por ha a partir de un dap mayor a 10 cm de dap incluido lo encontrado en el trabajo de campo, encontrando una existencia de 1,16 ind/ha.

Tabla 10. Densidad poblacional del género *Dipteryx spp* en la provincia de Tahuamanu para individuos con dap > 10 cm.

No	Tipo de evaluación	Individuos	Presencia en UM	Número de UM	Tamaño de UM (ha)	Área	Individuos por hectárea
1	PGMF Maderacre 2019	> 10 cm dap		498	0,50	Tahuamanu (154 511 ha)	0,81
2	Bosque sin aprovechar (PC 20)	> 10 cm dap	4	6	1,00	Tahuamanu	1,17
3	Bosque bajo manejo forestal (PCA 11)	> 10 cm dap	6	6	1,00	Tahuamanu	1,67
4	Bosque sin manejo forestal	> 10 cm dap	3	6	1,00	Tahuamanu	1,00
						Máx	1,67
						Mín	0,81
						Prom	1,16

En general, se puede apreciar una densidad poblacional superior en bosques bajo manejo forestal a la encontrada en bosques sin aprovechar como se muestra en la Tabla 10 (1,67 ind/ha y 1,17 ind/ha), en los otros tipos de uso como los bosques sin aprovechar y bosques sin manejo forestal se ven densidades similares (1,17 ind/ha y 1 ind/ha). Esto nos indicaría que el aprovechamiento forestal ha contribuido a la generación de las condiciones para el desarrollo de los individuos en las clases diamétricas inferiores como se muestra en la estructura de las clases diamétricas inferiores.

4.5. VALIDACIÓN DEL MODELAMIENTO

Para validar el modelo se realizó evaluaciones de campo, En la Figura 19 se puede observar las áreas evaluadas, la Parcela de Corta 20 (PC 20) que se encuentra a la izquierda del mapa es un área donde no se ha realizado aprovechamiento, la Parcela de Corta 11 (PC 11) que podemos observarla al medio del mapa es un área aprovechada bajo estándares de manejo forestal y certificación FSC hace 10 años, como se observa en la imagen, está conectada por vías principales. La parcela aprovechada sin estándares de manejo forestal y sin estándares de certificación FSC que podemos observarla a la derecha del mapa, además, es una zona que lamentablemente ha sido invadida para la siembra de papaya al no contar con puestos de control.

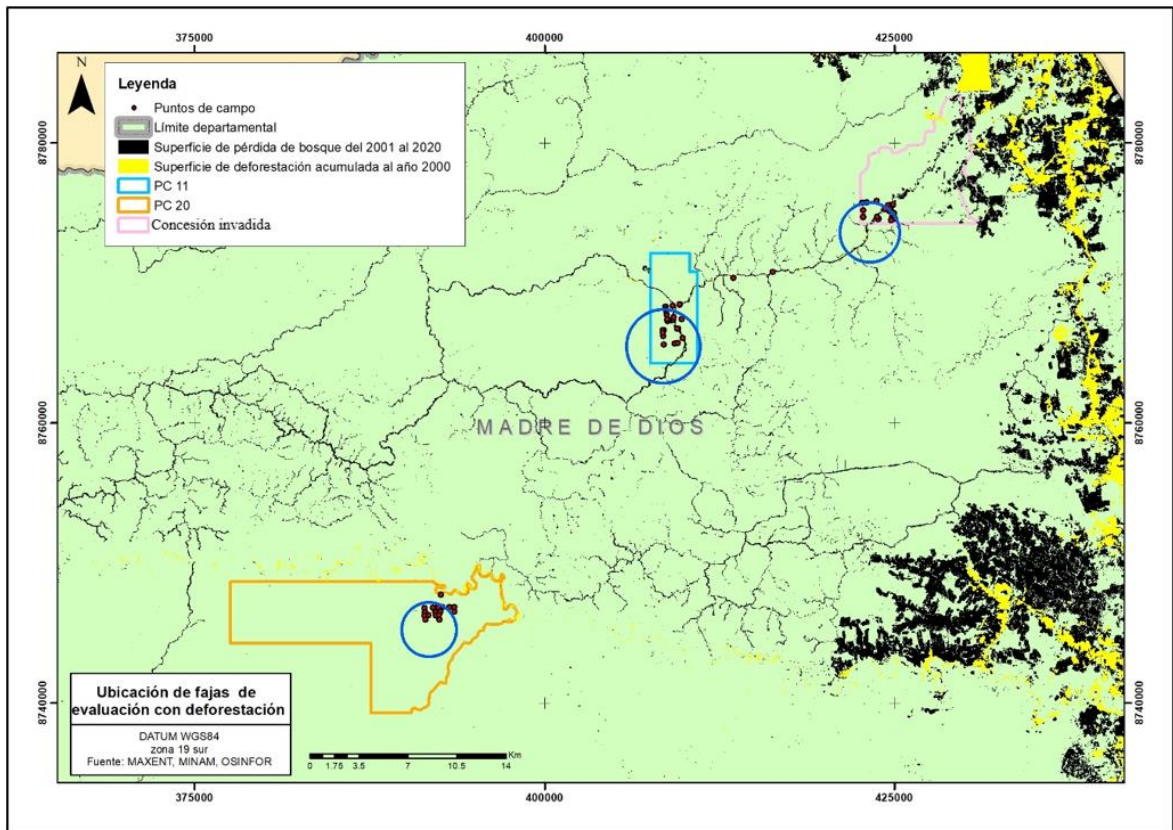


Figura 19. Mapa de ubicación de las fajas de evaluación

En las Figuras 20 y 21 podemos apreciar los resultados del trabajo de campo en una distribución de frecuencias por clase diamétrica, en donde se muestra a individuos de las clases diamétricas inferiores (fustales) en la PCA 11 con una población significativa, debiéndose esto a la respuesta del bosque a la apertura de claros después del aprovechamiento, así mismo, se puede apreciar a individuos en la clase diamétrica de entre 65 y 75 que son individuos conservados por encima del Diámetro Mínimo de Corta (DMC) estipulado en la Resolución Jefatural N° 458 – 2002 – INRENA en la cual se determina en 51 centímetros.

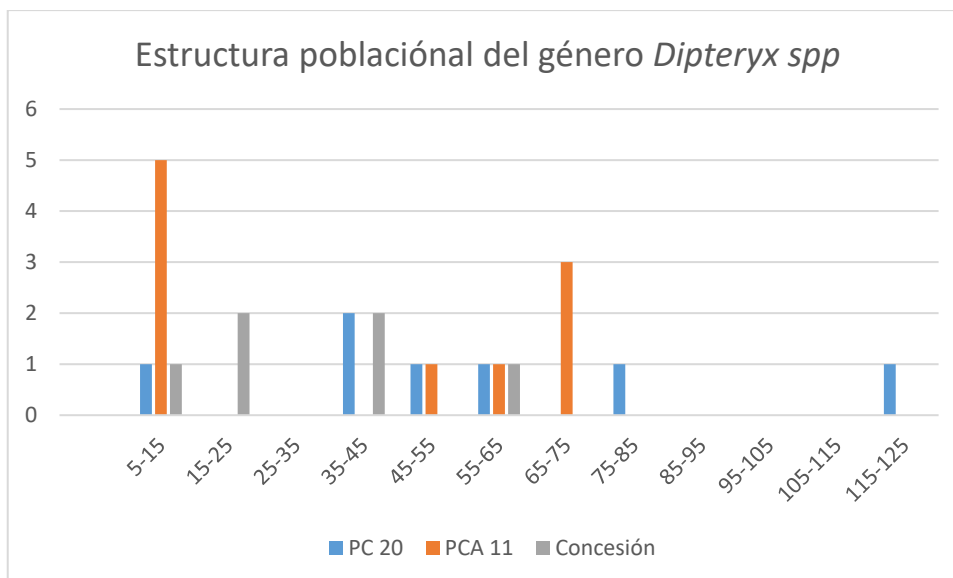


Figura 20. Estructura poblacional encontrada del género *Dipteryx spp* con clases diamétricas de 10 cm

En la PC 11, se utilizaron los criterios silviculturales manejados por concesiones certificadas como es utilizar DMC superiores, en el caso de esta PC se utilizaron DMC de arriba de 75 centímetros de dap, mostrando como resultado la presencia de individuos en esa clase diamétrica, así mismo, en la concesión forestal sin estándares de Manejo Forestal Sostenible, se puede apreciar la inexistencia de individuos en estas clases diamétricas, lo cual no garantiza el aprovechamiento en el siguiente ciclo de corta, mostrando una población similar en las categorías entre 45 y 65 cm de dap.

La estructura del bosque sin aprovechar, no muestra una población importante de individuos de clases diamétricas inferiores, muestra individuos por encima de las clases diamétricas de 75 cm, por lo que se puede inferir que es un bosque climax, el cual no permite el desarrollo de los individuos suprimidos.

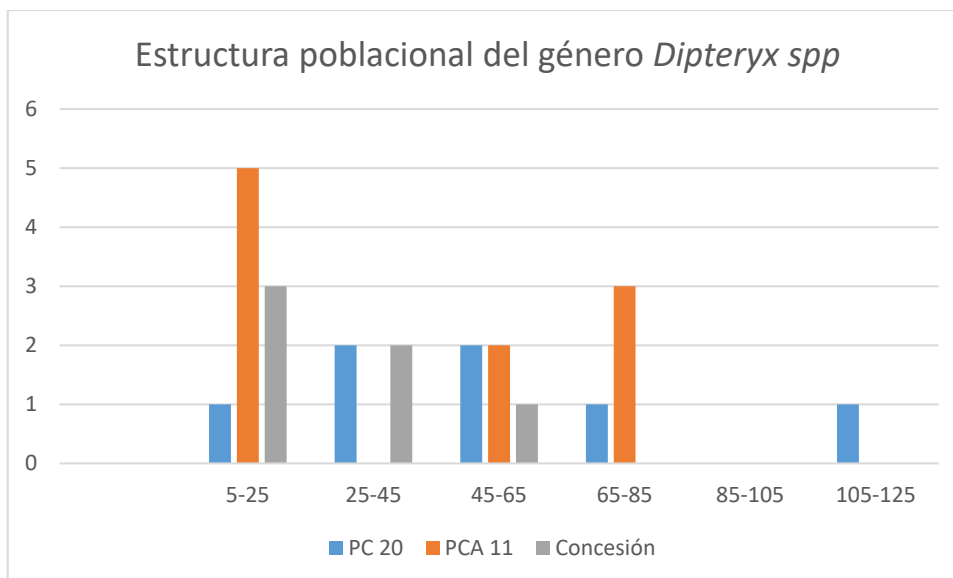


Figura 21. Estructura poblacional encontrada del género *Dipteryx* spp con clases diamétricas de 20 cm

4.6. ESTIMACIÓN POBLACIONAL

Se encontró una densidad promedio de 0,49 ind/ha a partir de 30 cm. de dap, este dato se utilizó para el cálculo de la población multiplicándolo por las áreas resultantes en las diferentes categorías (pérdida al año 2000, pérdida entre el año 2001 y 2020 y Bosques de Producción Permanente).

Con la densidad promedio encontrada a partir de información secundaria de 0,49 ind/ha a partir de 30 cm. de dap, se calculó la población aplicando ese dato a la superficie de bosques resultado del modelamiento y a las áreas de no bosques en la provincia de Tahuamanu encontrándose 959 736,97 individuos por encima de 30 cm de dap, mientras que en BPP se estima la existencia de 414 058,42 individuos como se muestra en la Tabla 11.

Además, se calculó el número de árboles perdidos por cambio de uso al año 2000, encontrándose 17 436,66 y la pérdida por cambio de uso entre el año 2001 y 2020 de 30 124,14 individuos.

Tabla 11. Estimación poblacional y de pérdida del género *Dipteryx spp* en la provincia de Tahuamanu

Población de <i>Dipteryx spp</i> \geq a 30 cm de dap (0,49 arb/ha)	
Zona	Población (ind)
Tahuamanu	959 736,97
Pérdida al año 2000	17 436,66
Pérdida entre el año 2001 y 2020	30 124,14
Bosques de Producción Permanente	414 058,42

Con los resultados de los inventarios realizados y aplicando la información de densidad encontrada para individuos con dap mayor a 30 cm de 0,49 ind/ha y con dap mayor a 10 cm de dap de 1,16 ind/ha se estimó que en los BPP en Tahuamanu existe una población de 414 058,42 individuos con un dap mayor a 30 cm y 987 527,27 individuos con un dap mayor a 10 cm de dap , la aplicación de prácticas de manejo forestal han permitido la existencia de poblaciones que garanticen el aprovechamiento de las clases diamétricas comerciales en el segundo ciclo de corta.

En cuanto a la pérdida de individuos en las áreas deforestadas, se estima que entre el año 2001 y 2020 se ha perdido una población de 13 354, 39 individuos con un dap mayor a 30 cm y 31 850, 14 individuos con un dap mayor a 10 cm.

Tabla 12. Estimación poblacional y de pérdida del género *Dipteryx spp* en Bosques de producción permanente en Tahuamanu

Bosque de Producción Permanente			
Zona	Área total (ha)	Población \geq 30 cm dap	Población \geq 10 cm de dap
Área Total (ha)	851 316,62	414 058,42	987 527,27
Pérdida al año 2000	3 703,52	1 801,29	4 296,08
Pérdida entre el año 2001 y 2020	27 457,02	13 354,39	31 850,14
BPP al 2021	820 156,08	398 902,74	951 381,05

Se estimó la población del género *Dipteryx spp* para la provincia de Tahuamanu utilizando las densidades poblacionales encontradas en el trabajo de campo, es decir, se utilizó para el área de la Reserva Territorial Tahuamanu 1,17 ind/ha resultado de la evaluación en el bosque sin aprovechar, en los BPP 1,67 ind/ha y en los bosques colindantes al eje carretero 1 ind/ha, estimándose una población total de 2 584 514,42 individuos con dap superior a los 10 cm.

Tabla 13. Estimación poblacional del género *Dipteryx spp* en la provincia de Tahuamanu

Población de <i>Dipteryx spp</i> \geq a 10 cm de dap (Trabajo de campo)		
Zona	Área total (ha)	Población
Reserva Territorial	938 398,97	1 097 926,80
BPP	820 156,08	1 369 660,65
Eje carretero	116 926,97	116 926,97

La regeneración natural fue más abundante en la PCA 11, esto se debe a la apertura del dosel permitiendo la mayor disponibilidad de luz después del aprovechamiento y a la mayor disponibilidad de árboles en la clase entre 65 a 75 cm debido a la decisión silvicultural de incrementar el DMC.

Los Bosques de Producción Permanente han contribuido a la conservación de bosques, lo cual queda evidenciado con los resultados del análisis de la deforestación acumulado entre el año 2000 y 2020 en BPP equivalentes al 3,66 por ciento de su superficie (851 316,62 ha) mientras que fuera de los BPP en el área de influencia del eje carretero son el 35,75 por ciento de su superficie (181 984,52 ha), las cuales no tienen posibilidad de recuperación.

Las poblaciones del género *Dipteryx spp* encontradas en las 18 hectáreas evaluadas en los tres escenarios en los BPP muestran medias por encima de 1 ind/ha, mientras que la deforestación y el cambio de uso no ha dejado superficies de bosques siquiera a evaluar.

4.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

4.7.1. Árboles encontrados

Los árboles hasta 55 cm de dap fueron considerados como “No aprovechables”. A todos los árboles con diámetro superior, se les consideró como “Aprovechables”. En función de ello se realizó un reordenamiento de la información.

Tabla 14. Árboles aprovechables con dap > 55 cm

	estado	parcela	faja	n
1	Aprovechables	Concesión	Faja 13	0
2	Aprovechables	Concesión	Faja 14	0
3	Aprovechables	Concesión	Faja 15	0
4	Aprovechables	Concesión	Faja 16	0
5	Aprovechables	Concesión	Faja 17	1
6	Aprovechables	Concesión	Faja 18	0
7	Aprovechables	PC 20	Faja 1	1
8	Aprovechables	PC 20	Faja 2	0
9	Aprovechables	PC 20	Faja 3	1
10	Aprovechables	PC 20	Faja 4	0
11	Aprovechables	PC 20	Faja 5	1
12	Aprovechables	PC 20	Faja 6	0
13	Aprovechables	PCA 11	Faja 10	0
14	Aprovechables	PCA 11	Faja 11	0
15	Aprovechables	PCA 11	Faja 12	1
16	Aprovechables	PCA 11	Faja 7	0
17	Aprovechables	PCA 11	Faja 8	3
18	Aprovechables	PCA 11	Faja 9	0

Tabla 15. Árboles no aprovechables con dap < 55 cm

	estado	parcela	faja	n
1	No aprovechables	Concesión	Faja 13	0
2	No aprovechables	Concesión	Faja 14	0
3	No aprovechables	Concesión	Faja 15	1
4	No aprovechables	Concesión	Faja 16	2
5	No aprovechables	Concesión	Faja 17	2
6	No aprovechables	Concesión	Faja 18	0
7	No aprovechables	PC 20	Faja 1	0
8	No aprovechables	PC 20	Faja 2	1
9	No aprovechables	PC 20	Faja 3	2
10	No aprovechables	PC 20	Faja 4	0
11	No aprovechables	PC 20	Faja 5	1
12	No aprovechables	PC 20	Faja 6	0
13	No aprovechables	PCA 11	Faja 10	1
14	No aprovechables	PCA 11	Faja 11	1
15	No aprovechables	PCA 11	Faja 12	0
16	No aprovechables	PCA 11	Faja 7	1
17	No aprovechables	PCA 11	Faja 8	1
18	No aprovechables	PCA 11	Faja 9	2

Tras reordenar la información, se buscó analizar diferencias entre la cantidad de individuos según parcela (Considerando como parcelas “Concesión”, “PC20” y “PCA11”). Debido a la poca cantidad de registros, y la naturaleza de los datos (discretos), no se pudo realizar una comparación a través del análisis de variancia.

Debido a la naturaleza de los datos (Tabla 12), donde se ve que son enteros, se puede presumir la distribución Poisson. Si bien algunas variables de esta distribución se prestan para ser analizadas como si fueran normales, en este caso, la poca variabilidad y la gran cantidad de valores igual a cero, hacen que sea difícil de ajustar a esa distribución. Así mismo, se muestra una prueba de bondad de ajuste a la distribución Poisson con parámetro desconocido ejecutada a través de la prueba “poisson tests” del paquete “energy” (Rizzo y Szekely 2022) donde se observa que, en todos los casos, no se rechaza la hipótesis nula, es decir que la distribución es igual a la Poisson.

```
> poisson.tests(as.integer(jc$reg),R=100,test = "all")
      estimate statistic p.value  method
M-CvM 0.8333333 0.03449599  0.43  M-CvM test
M-AD   0.8333333 0.19280192  0.41  M-AD test
E      0.8333333 0.19080358  0.55  Energy test
```

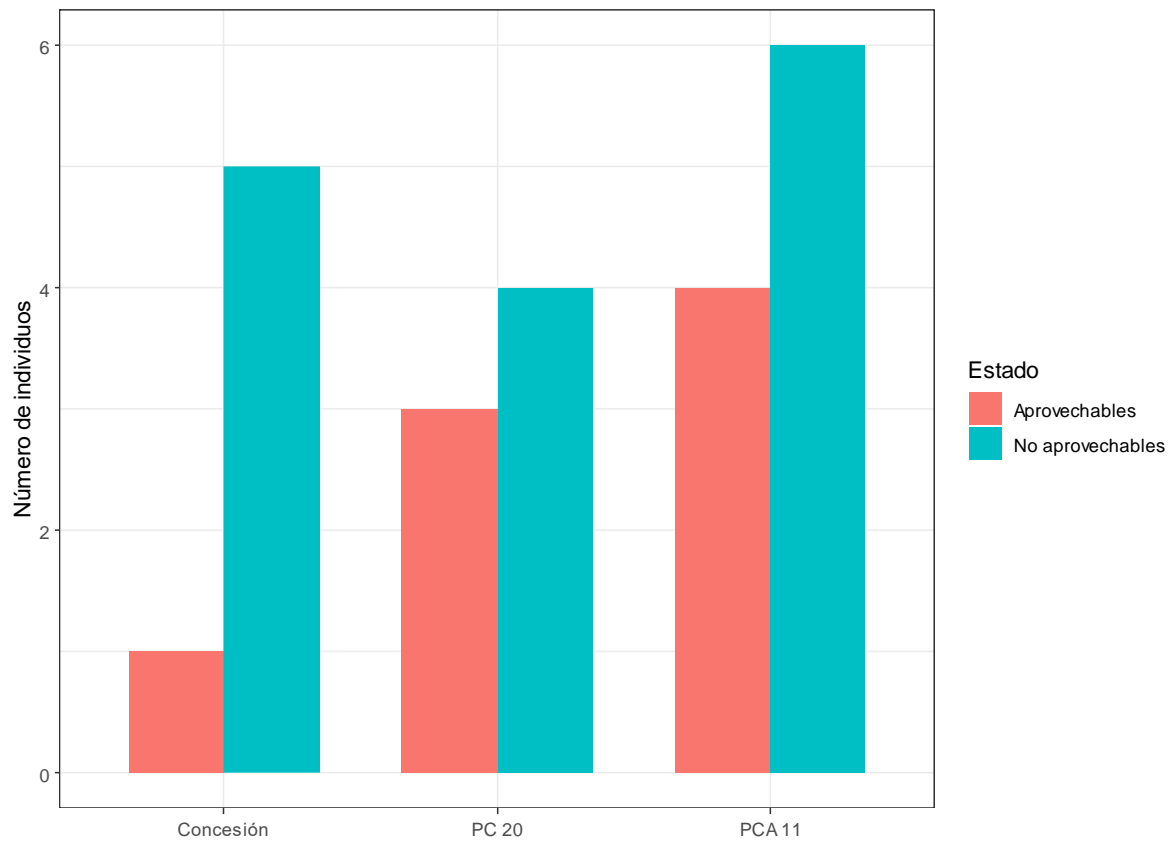


Figura 22. Estructura de los individuos aprovechables y no aprovechables del género *Dipteryx spp* encontrados

Visualmente se observan diferencias entre la cantidad de individuos según parcela (encontrándose mayores diferencias cuando el estado es “aprovechable”). Sin embargo, estas diferencias no son significativas con un $F = 0,63$ y un $p\text{-valor} = 0,56$.

A continuación, se muestra el análisis estadístico realizado:

```
> fit_aprovechables <- aov(glm(n ~ parcela, data = aprovechables, family = poisson))
> summary(fit_aprovechables)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
parcela  2  0.778  0.3889  0.603  0.56
Residuals 15  9.667  0.6444
> fit_fustales <- aov(glm(n ~ parcela, data = fustales, family = poisson))
> summary(fit_fustales)
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
parcela  2  0.333  0.1667  0.246  0.785
Residuals 15 10.167  0.6778
```

En cuanto a la regeneración natural, se encontró mayor cantidad de brinzales en la PCA 11, realizando una sumatoria de los individuos encontrados en cada sub parcela se contaron individuos en el 33,3 por ciento de las subparcelas, mientras que, en bosque sin aprovechar, se registró una presencia del 16,7 por ciento en las subparcelas.

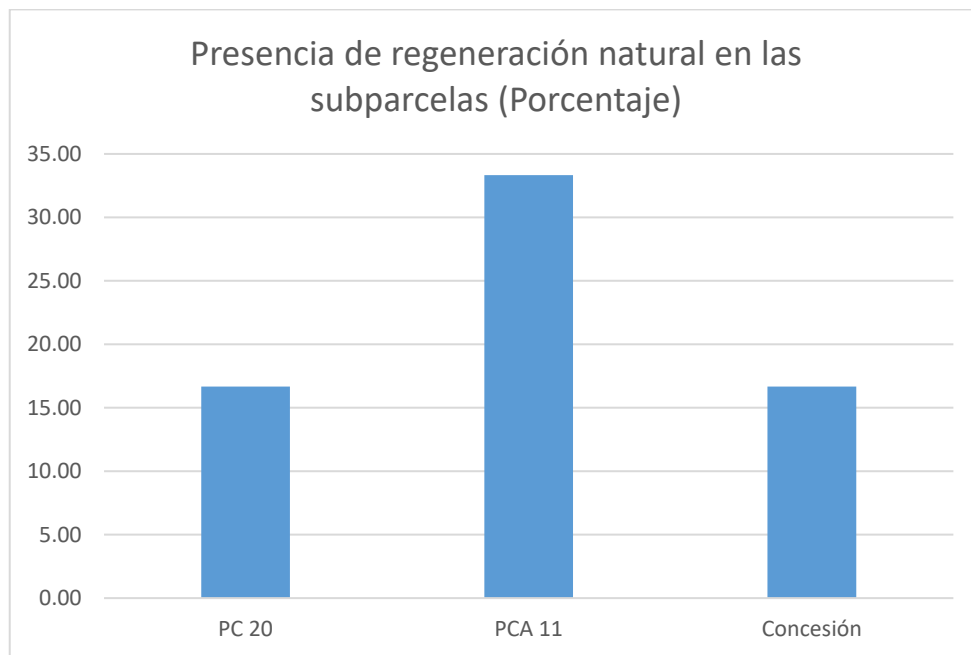


Figura 23. Presencia de regeneración natural del género *Dipteryx spp* en las subparcelas evaluadas

4.7.2. Regeneración natural

Con un chi-cuadrado de Kruskal-Wallis de 6,36 (p-valor = 0,041) se rechaza la hipótesis nula. Es decir, que la mediana de la regeneración hallada en al menos una de las parcelas es distinta.

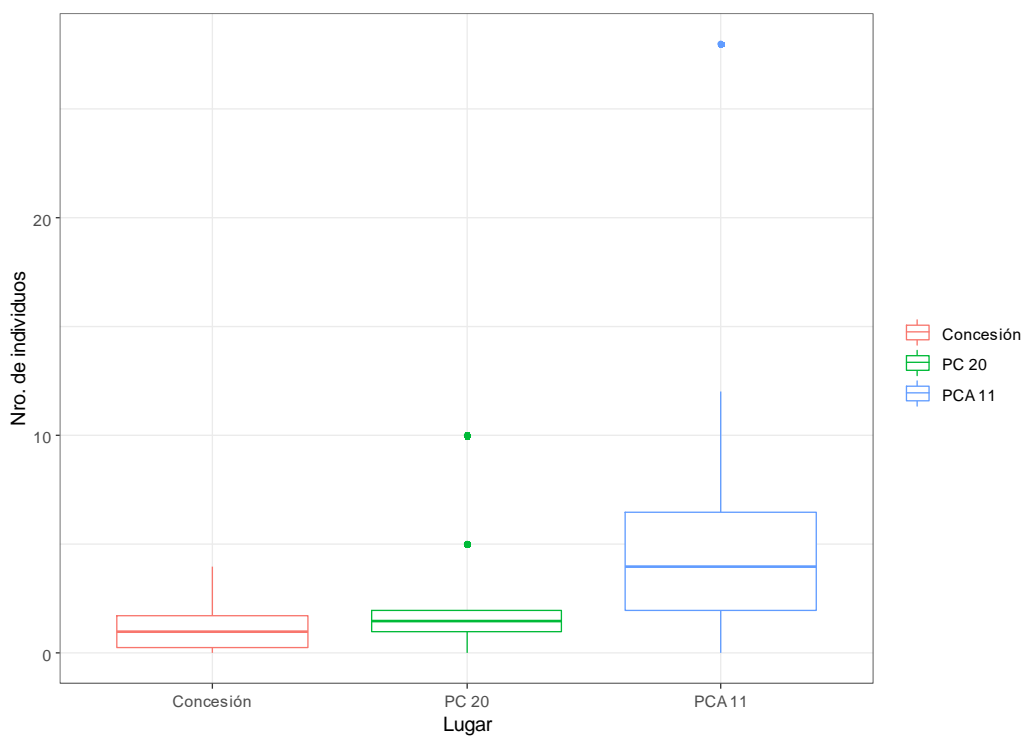


Figura 24. Análisis estadístico de la regeneración natural del género *Dipteryx spp* en las subparcelas evaluadas

Dada la significancia en la prueba de Kruskal-Wallis, se empleó la prueba de Dunn con el método de Holm y se encontró que la regeneración en PCA11 es mayor que en la concesión. No así PC20, la cual es estadísticamente igual, con un 95 por ciento de confianza, tanto a concesión como a PCA11.

Dunn (1964) Kruskal-Wallis multiple comparison p-values adjusted with the Holm method.			
Comparison	Z	P.unadj	P.adj
1 Concesión - PC 20	-0.8943916	0.37111242	0.37111242
2 Concesión - PCA 11	-2.4887417	0.01281961	0.03845882
3 PC 20 - PCA 11	-1.5943502	0.11085762	0.22171525

Se encontró en la PC 11, es decir, una parcela de corta aprovechada el 2011 bajo estándares de manejo forestal una mayor densidad poblacional de individuos con clases diamétricas de 5 a 15 cm de dap que en bosques sin aprovechar y bosques sin manejo forestal; asimismo se

encontró una mayor regeneración natural con una mayor cantidad de brinzales en el bosque manejado respecto del no manejado, lo que sugiere que el aprovechamiento forestal permite que se produzcan las condiciones para garantizar la continuidad de la especie.

Según Romo (2005), el género *Dipteryx spp* presenta un crecimiento acelerado en lugares de mayor exposición de luz como los claros, sin embargo, los niveles de luz sólo perduran un par de años cuando retorna a niveles similares al del sotobosque, donde el ritmo del crecimiento se reduce, es decir, la evaluación realizada 10 años después, muestra una recuperación de las poblaciones en las clases diamétricas menores y brinzales probablemente por la mayor apertura de luz luego de una operación de aprovechamiento de impacto reducido.

Romo y Tuomiso (2004) mencionan que los factores que intervienen en el desarrollo de árboles jóvenes y plántulas del *Dipteryx spp* pueden variar en el tiempo como lo son la luz, el tamaño inicial de la planta y número de hojas, por lo que analizar estas dinámicas a largo plazo es esencial para entender el crecimiento de la especie e igualmente importante es considerar esta variabilidad en el tiempo antes de hacer generalizaciones que permitan predecir la dinámica forestal para poder llevar a cabo las prácticas de manejo forestal. La presente investigación corrobora lo sugerido, al ser realizada 10 años después de aprovechada una parcela de corta bajo estándares de manejo forestal.

V. CONCLUSIONES

- Las concesiones forestales que realizan prácticas de manejo forestal en Bosques de Producción Permanente en la Provincia de Tahuamanu, contribuyen a la conservación del género *Dipteryx spp.*
- El aprovechamiento forestal bajo estándares de manejo forestal, ha demostrado generar las condiciones para incrementar la regeneración natural y las clases diamétricas de menor tamaño del género para garantizar su continuidad en el tiempo.
- El análisis de deforestación ocurrida entre los años 2000 y 2020 en la provincia de Tahuamanu ha demostrado que los bosques de producción permanente presentan una tasa de deforestación mínima respecto a la ocurrida en bosques sin manejo forestal.
- Se encontró mediante el análisis poblacional histórico, que el cambio de uso de tierra es la causa principal de la disminución poblacional del género *Dipteryx spp.* al no permitir la continuidad de la cobertura forestal.
- Se validaron los resultados del modelamiento mediante la elaboración de un SIG encontrando poblaciones del género en las zonas resultado del modelamiento.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la realización de un muestreo mayor para corroborar los resultados obtenidos, así mismo, sería importante utilizar otras metodologías de modelamiento y comparar los resultados con los mapas obtenidos en el presente estudio.
- El trabajo de campo es fundamental en las evaluaciones poblacionales, el modelamiento debe ser utilizado como herramienta de apoyo.
- Esta metodología podría ser aplicada en la evaluación poblacional de diferentes especies aprovechando la disponibilidad de información de diferentes evaluaciones realizadas en el país en los últimos años como lo son las Unidades Muestrales evaluadas en el Inventario Nacional Forestal, Inventarios en Bosques de Producción Permanente, Parcelas RAINFOR, evaluaciones realizadas por el MINAM, entre otros.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre - Calderón, O. A. 2015. Management in the XXI Century. *Madera y Bosques*, 21, 17–28. https://doi.org/10.1007/978-94-009-7404-3_11

Aguirre, N. 2009. Introducción a la Certificación forestal (Issue November).

Aldana, D. 2016. Caracterización morfológica y molecular del género *Dipteryx Scherb* en la Amazonía Peruana. Tesis para optar título de Ingeniero Forestal, UNALM. 71 pag.

Arce, R. 2019. Aproximaciones a la filosofía forestal de la sustentabilidad del manejo forestal en el Perú. *Revista Forestal Del Perú*, 34(2), 113. <https://doi.org/10.21704/rfp.v34i2.1322>

Brako, L. & J. Zarucchi. 1993. Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Garden*. Vol 45.

Cárdenas, L., Barragán Becerra, L. J., & Peñaloza Torres, L. E. 2014. Certificación forestal voluntaria, Guía para la implementación en Colombia bajo los estándares del FSC. *Fundación Natura*, 9, 96.

Cayuela, L. 2009. Modelos lineales generalizados (GLM). *Materiales de un curso del R del IREC*.

Cuéllar Bautista, JE. 2019. Manejo Forestal Sostenible. Piura, Perú, SERFOR. Servicio de fortalecimiento de capacidades denominada gestión sostenible de los recursos forestales y de fauna silvestre para las sedes de Piura. Diapositivas.

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.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2017. Conjunto de herramientas para la Gestión Forestal Sostenible. Revisado: 15 de marzo 2017. Disponible en: www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-inventory/basic-knowledge/es/

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). s/f. Diseño de muestreo. Cap. 3. Revisado: 17 de marzo de 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/AC693S/AC693s08.htm>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma) 1998. Directrices para la evaluación en países tropicales y subtropicales. Roma.

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 2012. Evaluación del impacto del cobro por derechos de aprovechamiento de madera en pie y otras tasas sobre el manejo forestal en Perú. Volumen VI de VI. Programa de Cooperación FAO/Banco Mundial. Servicio para América Latina, el Caribe.

FAO. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) 1981. Manual of forest inventory. 200 p.

Franklin, J. 2010. Mapping Species Distributions. Spatial Inference and Prediction. Nueva York: Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/cbo9780511810602>

Galarza, E.; La Serna, K. Las concesiones forestales en el Perú: ¿cómo hacerlas sostenibles? Universidad del Pacífico. 453 – 592 pp.

García, M. M. 2012. La certificación forestal. *Foresta*, 55, 148–151.

GOREMAD, 2010. “Estudio de diagnóstico y zonificación para el tratamiento de la demarcación territorial de la provincia Tahuamanu”. Puerto Maldonado, Perú. 332 pp.

Goss, M., Meneses; J. 2019. Análisis estadístico con JASP: Una guía para estudiantes. Consultado en el Repositorio Institucional de la Universidad Oberta de Catalunya: <https://openaccess.uoc.edu/bitstream/10609/102926/6/An%c3%a1lisis%20estad%c3%adstico%20con%20JASP%20una%20gu%c3%ada%20para%20estudiantes.pdf>

Hernández, J; Reynoso, R; Hernández, A; García, X, Hernández – Máximo, E; Vidal, J, Sumano, D. 2018 Distribución histórica, actual y futura de *Cedrela odorata* en México. *Acta Botánica Mexicana*. 124:117 – 134.

Hernández, P. 2007. Métodos para crear los modelos de distribución. En B.E. Young (ed.), *Distribución de las especies endémicas en la vertiente oriental de los Andes en Perú y Bolivia* (pp. 13-17). Arlington, Virginia: NatureServe.

Hernández Salas, J. 2012. Efecto del manejo forestal en la diversidad, composición y estructura de un bosque de *Pinus arizonica* Engelm. en el ejido El Largo, Chihuahua, México. In Universidad Autónoma de Nuevo León. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES.

IIAP, 2006. Propuesta de Zonificación Ecológico – Económica de la Provincia de Tahuamanu de la Región Madre de Dios. Iquitos, Perú. Consultado en la base de datos Terra: <http://terra.iiap.gob.pe/mesozee-tahuamanu.html>

INEI, 2012. “IV Censo Nacional Agropecuario 2012”. Lima, Perú. Consultado en el Sistema de Consulta de Datos versión 1.0: <http://censos.inei.gob.pe/Cenagro/redatam/#> INEI, 2017. “Censos Nacionales XII de Población y VII de Vivienda”. Lima, Perú. Consultado en el Sistema de Consulta de Base de Datos: <https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>

INEI, 2017. “Madre de Dios, Compendio Estadístico 2017”. Lima, Perú. 305 pp.

INEI, 2018. “Madre de Dios, resultados definitivos”. Tomo I. Lima, Perú. 908 pp.

- INEI, 2018. “Madre de Dios, resultados definitivos”. Tomo II. Lima, Perú. 929 pp.
- INEI, 2018. “Madre de Dios, resultados definitivos”. Tomo III. Lima, Perú. 1025 pp.
- INRENA, 1995. “Mapa Ecológico del Perú – Guía Explicativa”. Lima, Perú. 219 pp.
- INIA, 2019. Fichas Técnicas para Plantaciones con Especies Nativas en Zonas de Selva Baja. Lima, Perú. 52 pp.
- Jenkins, H. S. 2009. Amazon climate reconstruction using growth rates and stable isotopes of tree ring cellulose from the Madre de Dios Basin, Peru (Doctoral dissertation, Duke University). 81 – 86.
- Keeble, B. R. 1988. The Brundtland Report: “Our Common Future.” *Medicine and War*, 4(1), 17–25. <https://doi.org/10.1080/07488008808408783>
- Korswagen, S. 2016. Análisis espacial del hábitat de la vicuña en la comunidad campesina de Tanta, en la reserva paisajística Nor Yauyos Cochas. *Espacio y Desarrollo* N° 28, 2016, pp. 103-128 (ISSN 1016-9148).
- Leal, G. E. 2008. Debate Sobre La Sostenibilidad. Universidad Javeriana, 218. http://www.buyteknet.info/fileshare/data/ambides_lect/Naredo.pdf
- López, P. 2013. Contraste de hipótesis. Comparación de más de dos medias independientes mediante pruebas no paramétricas: Prueba de Kruskal-Wallis.
- Madroñero-Palacios, S., Guzmán-Hernández, T. 2018. Desarrollo sostenible. Aplicabilidad y sus tendencias. *Revista Tecnología En Marcha*, 31(3). <https://doi.org/10.18845/tm.v31i3.3907>

Mayorga, R.; Graciano, D.; Hernández A.; Moctezuma, P.; Pérez, B.; Roldán, A. 2022. Cuadro comparativo de Análisis Paramétrico y No Paramétrico. Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud. 10 (20):90-93.

Malleux, J. 1982. Inventarios forestales en bosques tropicales. PE. 414 p.

Melillos, G.; Hadjimitsis, D. 2020 Using simple ratio (SR) vegetation index to detect deep man-made infrastructures in Cyprus. 11 p.

Ortiz, E.; Quirós, D. 2002. Inventarios Forestales para bosques latifoliados en América Central. CATIE. Manual técnico N° 50. 278 p.

Mateo R. *et al.* 2011. Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. Revista Chilena de Historia Natural. 84: 217-240 p.

Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre (OSINFOR) 2013. Manual de Supervisión de concesiones forestales con fines maderables.

Pariante, E; Reynel, C. 2019. Taxonomía, Distribución y Estado de Conservación de las Especies del Género *Dipteryx* (Fabaceae) en el Perú. Revista Científica UNTRM. Vol. 2, Núm. 1 (2019). Disponible en: <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/CNI/article/view/442>

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego y Ministerio del Ambiente. 2014. Instructivo de campo - Ecozona Selva baja - Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. PE. 57 p.

Pennington, T. D., Reynel, C., Daza, A. 2004. Guía ilustrada de los árboles del Perú. Royal Botanical Garden Kew, Darwin Initiative, Universidad Nacional Agraria La Molina & Global Trees Campaign, Sherborne, 848 pp.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2016. Lineamientos para la elaboración del Plan General de Manejo Forestal para Concesiones forestales con fines maderables. Lima: Servicio Forestal de Flora y Fauna Silvestre.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2001. Perú Forestal en Números año 2000. Instituto Nacional de Recursos Naturales. PE. 89 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2002. Perú Forestal en Números año 2001. Instituto Nacional de Recursos Naturales. PE. 131 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2003. Perú Forestal en Números año 2002. Instituto Nacional de Recursos Naturales. PE. 140 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. Perú Forestal en Números año 2002. Instituto Nacional de Recursos Naturales. PE. 140 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2004. Perú Forestal en Números año 2003. Instituto Nacional de Recursos Naturales. PE. 157 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2005. Perú Forestal en Números año 2004. Instituto Nacional de Recursos Naturales. PE. 178 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2006. Perú Forestal en Números año 2005. Instituto Nacional de Recursos Naturales. PE. 183 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2007. Perú Forestal en Números año 2006. Instituto Nacional de Recursos Naturales. PE. 163 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2008. Perú Forestal en Números año 2007. Instituto Nacional de Recursos Naturales. PE. 91 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2009. Perú Forestal en Números año 2008. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. PE. 82 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2010. Perú Forestal en Números año 2009. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. PE. 86 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2011. Perú Forestal en Números año 2010. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. PE. 87 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2012. Perú Forestal en Números año 2011. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. PE. 164 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2013. Perú Forestal en Números año 2012. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. PE. 220 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2014. Perú Forestal en Números año 2013. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. PE. 223 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2015. Perú Forestal en Números año 2014. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. PE. 229 p.

Perú. Ministerio de Agricultura y Riego. 2016. Perú Forestal en Números año 2015. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. PE. 218 p.

Perú. Ministerio del Ambiente. 2014. Guía de Inventario de la flora y vegetación. Lima. Consultado el 05 de mayo 2017. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/07/RM-N%C2%B0-217-2014-MINAM1.pdf>

Perú. Ministerio del Ambiente, 2019. “Mapa Nacional de Ecosistemas – Memoria Descriptiva”. Lima, Perú. 60 pp.

Perú. Ministerio del Ambiente. 2015. Diagnóstico situacional del *Dipteryx spp* (shihuahuaco) y sus especies asociadas en la región Madre de Dios. PE. 116 p.

Perú. Ministerio del Ambiente. 2015. Ley forestal y de fauna silvestre, Ley N° 29763. Minam, 29763, 1–59. <http://arxiv.org/abs/1011.1669v0><http://dx.doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>

Perú. Ministerio del Ambiente. 2016. Objetivos de Desarrollo Sostenible e Indicadores. Ministerio Del Ambiente, 56.

Putzel, L. 2010. The tree that held up the forest: Shihuahuaco (*Dipteryx spp*) and the Chinese timber trade. City University of New York. 156 pp.

Quiroga, R. (2001). División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos. In Cepal Eclac (Vol. 16). http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/8/9708/lc11607e_ind.pdf

Tropicos.org. 2022. Missouri Botanical Garden. Disponible en: <http://www.tropicos.org/Name/40033264>

Prodan, M.; Peters, R; Cox, F.; Real, P. 1997. Mensura Forestal. IICA. 586 p.

Reynel, C.; Pennington, T.; Pennington, R. 2016. Árboles del Perú. 1047 p.

Rizzo M, Szekely G. 2022. _energy: E-Statistics: Multivariate Inference via the Energy of Data_. R package version 1.7-11, <<https://CRAN.R-project.org/package=energy>>

Romo, M. 2005. Efecto de la luz en el crecimiento de plántulas de *Dipteryx micrantha* Harms "Shihuahuaco" transplantadas a sotobosque, claros y plantaciones. *Ecología Aplicada*, 4(1-2), 1-8.

Romo, M; Tuomisto, H. 2004. The effect of light on the survival and growth of *Dipteryx micrantha* seedlings and saplings in an Amazonian rain forest. Universidad Turku. AII, 180 (III), 1-24.

Romo, M; Roukolainen, K; Rajaniemi, S. 2004. Population structure and recruitment of an emergent tree, *Dipteryx micrantha*, in different habitats of a Peruvian floodplain forest. Ann. Univ. Turku. Sarja-Ser. AII IV, 1–19.

SENAMHI, 2021. “Climas del Perú – Mapa de Clasificación Climática Nacional”. Lima Perú. 128 pp.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). 2015. Definiciones Anexo N°1. Revisado: 15 de marzo 2017. Disponible en: www.serfor.gob.pe/

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) 2017. Lineamientos para el otorgamiento de concesiones forestales con fines maderables por concurso público.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) 2011. Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) 2023. Plan de acción para la adecuada implementación de la inclusión del Shihuahuaco (*Dipteryx*) y Tahuarí (*Handroanthus*) en el apéndice II de la CITES años 2023 y 2024.

López, P. 2013. Contraste de hipótesis. Comparación de más de dos medias independientes mediante pruebas no paramétricas: Prueba de Kruskal-Wallis. Revista Enfermería del Trabajo, 3(4), 166-171.

Tuss de Orbegoso, M. 2017. Concesiones forestales en el Perú-Avances y limitaciones. Monografía para optar al título de ingeniero forestal. Lima. Perú. UNALM. 17 p.

Vásquez, R. 1997. Flórula de las reservas biológicas de Iquitos, Perú. Monographs in Systematic Botany 63. Missouri Botanical Garden, USA. 1046 p.

Wabo, E. 1999. Curso de Dasometría – Guía de Clases. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de la Plata. 11 p.

Young. 2011. A MaxEnt Model v3.3.3e Tutorial (ArcGIS v10). Universidad de Colorado. USA. 30 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Estandarización de base de datos

N°	UM	Tipo de Bosque	Colector de nuestra o registro	Determinación	Especie	Nombre común	Fecha de colecta o registro	Departamento	Provincia	Distrito	Altura (msnm)	DAP (cm)	Altura Fuste (m)	Altura Total (m)	Evaluación	Campaña	Presencia	Ums	arb/ha
1	16		Ramírez, F. C.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	4/02/2016	Ucayali	Atalaya	Raimondi	320	98	20	32	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2016 27 UM de 1 ha	9	27	0.33333333	0.33333333
2	19		Ramírez, F. C.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	6/02/2016	Ucayali	Atalaya	Raimondi	301	81	20	28	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2016 27 UM de 1 ha	9	27	0.33333333	0.33333333
3	20		Ramírez, F. C.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	27/02/2016	Ucayali	Atalaya	Raimondi	349	90	25	32	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2016 27 UM de 1 ha	9	27	0.33333333	0.33333333
4	23		Dávila, D.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	11/02/2016	Ucayali	Atalaya	Raimondi	296	42	16	29	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2016 27 UM de 1 ha	9	27	0.33333333	0.33333333
5	23		Dávila, D.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	11/02/2016	Ucayali	Atalaya	Raimondi	296	85	14	30	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2016 27 UM de 1 ha	9	27	0.33333333	0.33333333
6	23		Dávila, D.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	11/02/2016	Ucayali	Atalaya	Raimondi	296	32	20	23	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2016 27 UM de 1 ha	9	27	0.33333333	0.33333333
7	24		Dávila, D.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	28/02/2016	Ucayali	Atalaya	Raimondi	302	14	16	16	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2016 27 UM de 1 ha	9	27	0.33333333	0.33333333
8	28		Flores, Y.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco hoga	7/02/2016	Ucayali	Atalaya	Raimondi	286	73.7	18	24	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2016 27 UM de 1 ha	9	27	0.33333333	0.33333333
9	29		Flores, Y.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	23/01/2016	Ucayali	Atalaya	Raimondi	390	42	7	12	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2016 27 UM de 1 ha	9	27	0.33333333	0.33333333
10	29		Flores, Y.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	24/01/2016	Ucayali	Atalaya	Raimondi	290	52	19	22	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2016 27 UM de 1 ha	9	27	0.33333333	0.33333333
11	29		Flores, Y.	Dipteryx sp.	shihuahuaco	24/01/2016	Ucayali	Atalaya	Raimondi	290	24.5	8	16	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2016 27 UM de 1 ha	9	27	0.33333333	0.33333333
12	35		Revilla, I.	Dipteryx alata	Desconocido	3/02/2016	Ucayali	Atalaya	Raimondi	324	41.5	17	29	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2016 27 UM de 1 ha	9	27	0.33333333	0.33333333
13	37		Revilla, I.	Dipteryx alata	shihuahuaco	11/02/2016	Ucayali	Atalaya	Raimondi	431	130	21	27	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2016 27 UM de 1 ha	9	27	0.33333333	0.33333333
14	37		Revilla, I.	Dipteryx alata	shihuahuaco	11/02/2016	Ucayali	Atalaya	Raimondi	431	58.7	15	23	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2016 27 UM de 1 ha	9	27	0.33333333	0.33333333
15	134		Soplin, R.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	2/10/2020	Loreto	Maynas	Punchana	113	65	15.5	21	BPPP - SERFOR	Napo - 2020 42 UM de 1 ha	5	42	0.119047619	0.119047619
16	134		Soplin, R.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	2/10/2020	Loreto	Maynas	Punchana	113	65	15.5	21	BPPP - SERFOR	Napo - 2020 42 UM de 1 ha	5	42	0.119047619	0.119047619
17	113		Soplin, R.	Dipteryx sp.	shihuahuaco	11/10/2020	Loreto	Maynas	Punchana	120	59	20.5	31.5	BPPP - SERFOR	Napo - 2020 42 UM de 1 ha	5	42	0.119047619	0.119047619
18	113		Soplin, R.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	18/10/2020	Loreto	Maynas	Punchana	120	40	18	25	BPPP - SERFOR	Napo - 2020 42 UM de 1 ha	5	42	0.119047619	0.119047619
19	109		Lucas, M.	Dipteryx sp.	shihuahuaco	8/10/2020	Loreto	Maynas	Alto Nanay	223	72	15	18	BPPP - SERFOR	Napo - 2020 42 UM de 1 ha	4	42	0.29166667	0.29166667
20	01		Soplin, R.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	23/11/2020	Loreto	Maynas	Napo	159	42	19	28	BPPP - SERFOR	Napo - 2020 42 UM de 1 ha	5	42	0.119047619	0.119047619
21	128		Sob. Y. C.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	5/10/2020	Loreto	Ucayali	Contamana	483	82.2	13	25	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
22	113		Sob. Y. C.	Dipteryx micrantha	huaco de hoga	17/10/2020	Loreto	Ucayali	Contamana	256	74	11.5	24	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
23	113		Sob. Y. C.	Dipteryx cf. ferrea	shihuahuaco	18/10/2020	Loreto	Ucayali	Contamana	391	97	17	32	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
24	113		Sob. Y. C.	Dipteryx cf. ferrea	shihuahuaco	18/10/2020	Loreto	Ucayali	Contamana	256	127	15.5	26	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
25	45		Ramírez, F. C.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	11/10/2020	Loreto	Ucayali	ampa Hermos	262	23	10	16	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
26	103		Huilla, Y. T.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	22/10/2020	Loreto	Ucayali	Contamana	144	31.3	4	20	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
27	103		Huilla, Y. T.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	22/10/2020	Loreto	Ucayali	Contamana	144	38.7	18	29	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
28	104		Huilla, Y. T.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	17/10/2020	Loreto	Ucayali	Contamana	132	66	16	37	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
29	116		Huilla, Y. T.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	5/10/2020	Loreto	Ucayali	Contamana	192	39.4	20	31	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
30	133		Huilla, Y. T.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	11/10/2020	Loreto	Ucayali	Contamana	135	12.3	6	9	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
31	18		Sob. Y. C.	Dipteryx cf. ferrea	huaco de hoga	26/11/2020	Loreto	Ucayali	ampa Hermos	222	69	19	26	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
32	7		Peres, J.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	23/11/2020	Loreto	Ucayali	ampa Hermos	196	70.1	21	31	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
33	7		Peres, J.	Dipteryx sp.	shihuahuaco	26/11/2020	Loreto	Ucayali	ampa Hermos	212	70	20	29	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
34	6		Peres, J.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	21/02/2020	Loreto	Ucayali	ampa Hermos	173	83.1	21	31	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
35	25		BHTM	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	27/11/2020	Loreto	Ucayali	ampa Hermos	228	60.2	19	35	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
36	24		Huilla, Y. T.	Dipteryx micrantha	scapani shihuahuaco	29/11/2020	Loreto	Ucayali	ampa Hermos	214	45	17	36	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
37	24		Huilla, Y. T.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	29/11/2020	Loreto	Ucayali	ampa Hermos	214	45	17	36	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
38	24		Huilla, Y. T.	Dipteryx sp.	shihuahuaco	29/11/2020	Loreto	Ucayali	Contamana	190	N/D	N/D	N/D	BPPP - SERFOR	Biabo - 2020 48 UM de 1 ha	14	48	0.29166667	0.29166667
39	121		Revilla, I.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	25/04/2021	Madre de Dios	Tambopa	Las Piedras	452	62	16	32	BPPP - SERFOR	Tampopata - 2021 - 24 UM de 1 ha	5	24	0.29833333	0.29833333
40	15		Revilla, I.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	25/04/2021	Madre de Dios	Tambopa	Las Piedras	349	67	18	31	BPPP - SERFOR	Tampopata - 2021 - 24 UM de 1 ha	5	24	0.29833333	0.29833333
41	21		Revilla, I.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	1/05/2021	Madre de Dios	Tambopa	Las Piedras	331	13.9	10.5	12	BPPP - SERFOR	Tampopata - 2021 - 24 UM de 1 ha	5	24	0.29833333	0.29833333
42	24		Revilla, I.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	8/05/2021	Madre de Dios	Tambopa	Las Piedras	335	45.9	16	18.5	BPPP - SERFOR	Tampopata - 2021 - 24 UM de 1 ha	5	24	0.29833333	0.29833333
43	31		Revilla, I.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	8/05/2021	Madre de Dios	Tambopa	Las Piedras	277	39	16	24	BPPP - SERFOR	Tampopata - 2021 - 24 UM de 1 ha	5	24	0.29833333	0.29833333
44	37		Revilla, I.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	5/11/2019	Loreto	Ucayali	Tahuana	200	48.5	14	18	BPPP - SERFOR	Tampopata - 2021 - 24 UM de 1 ha	5	24	0.29833333	0.3478261
45	39	BHTA	Navarro, G. E.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	21/11/2019	Ucayali	Atalaya	Sepahua	261	89.8	21	23	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2021 23 UM de 1 ha	8	23	0.34782607	0.3478261
46	94	BHCO	Roy Soría A.	Dipteryx sp.	shihuahuaco	21/11/2019	Ucayali	Atalaya	Sepahua	261	89.8	21	23	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2021 23 UM de 1 ha	8	23	0.34782607	0.3478261
47	136	BHCB	Willaorita, C.	Dipteryx ferrea	shihuahuaco	11/12/2019	Ucayali	Atalaya	Sepahua	352	85	18	25	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2021 23 UM de 1 ha	8	23	0.34782607	0.3478261
48	288	BHCB	Tarazona, M.	Dipteryx ferrea	shihuahuaco	30/11/2019	Ucayali	Atalaya	Sepahua	306	80	16	18	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2021 23 UM de 1 ha	8	23	0.34782607	0.3478261
49	296	BHCB	Navarro, G. E.	Dipteryx micrantha	shihuahuaco	23/11/2019	Ucayali	Atalaya	Tahuana	251	43.4	12	14	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2021 23 UM de 1 ha	8	23	0.34782607	0.3478261
50	297	BHCB	Navarro, G. E.	Dipteryx sp.	shihuahuaco	25/11/2019	Ucayali	Atalaya	Tahuana	286	39.5	13	16	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2021 23 UM de 1 ha	8	23	0.34782607	0.3478261
51	301	BHCB	Tarazona, M.	Dipteryx ferrea	shihuahuaco	21/11/2019	Ucayali	Atalaya	Tahuana	349	11.9	16	22	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2021 23 UM de 1 ha	8	23	0.34782607	0.3478261
52	301	BHCB	Tarazona, M.	Dipteryx ferrea	shihuahuaco	21/11/2019	Ucayali	Atalaya	Tahuana	349	122	14	20	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2021 23 UM de 1 ha	8	23	0.34782607	0.3478261
53	301	BHCB	Tarazona, M.	Dipteryx ferrea	shihuahuaco	21/11/2019	Ucayali	Atalaya	Tahuana	349	120	17	22	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2021 23 UM de 1 ha	8	23	0.34782607	0.3478261
54	301	BHCB	Tarazona, M.	Dipteryx ferrea	shihuahuaco	21/11/2019	Ucayali	Atalaya	Tahuana	349	170	30	30	BPPP - SERFOR	Atalaya - 2021 23 UM de 1 ha	8	23	0.34782607	0.3478261
55	301	BHTA	Ramírez, F. C.	Dipteryx ferrea	shihuahuaco	11/02/2016	Ucayali	Coronel Portillo	Calleria	177	4.9	N/D	-2.3	INF - SERFOR	Atalaya - 2021 23 UM de 1 ha	0	155	0.28064516	0.3686636
SB-715	BHCO		Dipteryx micrantha	shihuahuaco	Loreto	Cal Ramón	Castilla	97	111	INF - SERFOR	0	7 ha	0	155	0.28064516	0.3686636			
SB-866	BHTM		Dipteryx sp.	Loreto	Cal Ramón	Castilla	97	111	INF - SERFOR	0	7 ha	0	155	0.28064516	0.3686636				
SB-885	BHTM		Dipteryx sp.	Loreto	Cal Ramón	Castilla	97	111	INF - SERFOR	0	7 ha	0	155	0.28064516	0.3686636				
SB-383	BHTM		Dipteryx sp.	Loreto	Maynas	Alto Nanay	130	173	INF - SERFOR	0	7 ha	0	155	0.28064516	0.3686636				
SB-472	BHCO		Dipteryx sp.	Loreto	Maynas	Alto Nanay	130	173	INF - SERFOR	0	7 ha	0	155	0.28064516	0.3686636				
SB-173	BHTM		Dipteryx micrantha	Loreto	Maynas	Napo	163	188	INF - SERFOR	0	7 ha	0	155	0.28064516	0.3686636				
SB-210	BHTM		Dipteryx micrantha	Loreto	Maynas	Napo	175	193	INF - SERFOR	0	7 ha	0	155	0.28064516	0.3686636				
SB-263	BHTM		Dipteryx sp.	Loreto	Maynas	Napo	160	180	INF - SERFOR	0	7 ha	0	155	0.28064516	0.3686636				
SB-349	BHTM		Dipteryx micrantha	Loreto	Maynas	Napo	163	188	INF - SERFOR	0	7 ha	0	155	0.28064516	0.3686636				
SB-478	BHTM		Dipteryx sp.	Loreto	Pulumayo	Pulumayo	143	169											

Anexo 2. Base de datos del trabajo de campo

Faja	Número	Zona	Dap (cm)	Hf (m)	Ht (m)	PS
1	1	PC 20	64	19	25	1
2	2	PC 20	35	19	28	1
3	3	PC 20	45	18	25	1
3	4	PC 20	35	19	28	1
3	5	PC 20	80	17	28	1
5	6	PC 20	125	16	30	1
5	7	PC 20	9	10	12	3
7	8	PCA 11	8,7	6	8	3
8	9	PCA 11	67	16	30	1
8	10	PCA 11	12,5	12	17	2
8	11	PCA 11	65	16	25	1
8	12	PCA 11	60	17	26	1
9	13	PCA 11	10,5	6	8	3
9	14	PCA 11	6	4	9	3
10	15	PCA 11	11,4	9	12	2
11	16	PCA 11	52	17	25	1
12	17	PCA 11	60	18	27	1
15	18	Concesión	10,6	5	7	3
16	19	Concesión	18,5	16	20	2
16	20	Concesión	18,3	17	23	2
17	21	Concesión	40	19	25	1
17	22	Concesión	35	17	25	1
17	23	Concesión	60	17	28	1

Anexo 3. Distribución de frecuencias por clase diamétrica y cálculo de densidad

	5- 15	15- 25	25- 35	35- 45	45- 55	55- 65	65- 75	75- 85	85- 95	95- 105	105- 115	115- 125	Total	ind/h a
PC 20						1							1	
				1									1	
			1	1				1					3	1,17
													0	
	1											1	2	
													0	
	1												1	
PCA 11	1							3					4	
	2												2	1,67
	1												1	
					1								1	
							1						1	
													0	
													0	
Concesi ón	1												1	1,00
		2											2	
				2		1							3	
													0	

Anexo 4. Sistema de Información Geográfico

- [-] AREA_TRABAJO_CAMPO
 - [+] PC 11_MRA.shp
 - [+] PC_20.shp
 - [+] Pumaquiro.shp
- [-] BD
 - [-] 1_BD LA SP
 - [-] DENSIDAD
 - [+] DENSIDADES.shp
 - [+] DENSIDADES_mdd.shp
 - [+] DENSIDADES_OK.shp
 - [+] DENSIDADES_tahuamanu_ok.shp
 - [+] TABLAS
 - [-] 2_INFORMACION BASE
 - [-] IBC
 - [+] comunidades_nativas.shp
 - [-] INEI
 - [+] Base_sudamerica.shp
 - [+] DEPARTAMENTO.shp
 - [+] PROVINCIA.shp
 - [+] PROVINCIA_Tahuamanu.shp
 - [-] SERFOR
 - [+] bosques_de_produccion_permanente.shp
 - [-] 3_INFORMACION TEMATICA
 - [-] bpp
 - [+] bpp.shp
 - [+] bpp_no_bosque_2000.shp
 - [+] bpp_perdida_2001_2020.shp
 - [+] bpp_probabilidad.shp
 - [-] MINAM
 - [-] NO BOSQUE
 - [+] Bosque_No_Bosque_2020_MDD.shp
 - [-] PERDIDA
 - [+] Perdida_2001_2020_MDD.shp
 - [-] paralelo_343
 - [+] no_bosque_2000_paralelo_343.shp
 - [+] perdida_2001_2020_paralelo_343.shp
 - [+] probab_paralelo_343.shp
 - [-] sin_bpp_343
 - [+] no_bosque_2000_sinbpp_sin_no_contact.shp
 - [+] perdida_2001_2020_sinbpp_sin_no_contact.shp
 - [+] total_probabili_sinbpp_sin_no_contact.shp
 - [-] Tahuamanu
 - [+] no_bosque_2000.shp
 - [+] perdida_2001_2020.shp
 - [+] Probab_area_estudio_sin_hidro.shp
 - [+] 4_mapas_jpg
 - [+] 5_mxd
 - [-] 6_RESULTANTE RASTER
 - [-] clip_raster
 - [+] dipteryx
 - [+] reclass_dip1
 - [+] Dipteryx_sp_avg.asc
 - [+] Dipteryx_sp_avg.prj