

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL



TESIS

**EVALUACION DE LA REGENERACIÓN NATURAL DE CEDRELINGA
CATENIFORMIS (Tornillo) y Schizolobium sp. (Pashaco), EN DOS BOSQUES
DE MANEJO FORESTAL, TAMBOPATA-MADRE DE DIOS**

PRESENTADO POR:

BACH. LUIS SILVA YUCRA

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO FORESTAL**

ASESOR:

DR. BENEDICTO BACA ROSADO

MADRE DE DIOS – PERU

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: **EVALUACION DE LA REGENERACION NATURAL DE CEDRELINGA CATEWIFORMIS (tornillo) y Schizolobium sp. (Pashaco), EN DOS BOSQUES DE MANEJO FORESTAL, TAMBOPATA - MADRE DE DIOS**

presentado por: **Luis Silva Yucra** con DNI Nro.: **41935405** presentado por: con DNI Nro.: para optar el título profesional/grado académico de **Ingeniero Forestal**

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por **2** veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de **8**%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, **2** de **octubre** de 20**24**



Firma **Benedetta Boca R**
Post firma.....
Nro. de DNI **23846340**

ORCID del Asesor **0000-0002-3882-2240**

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid: 272590385311306**

NOMBRE DEL TRABAJO

**EVALUACION DE LA REGENERACIÓN NA
TURAL DE CEDRELINGA CATENIFORMIS
(Tornillo) y Schizolobium sp. (Pas**

AUTOR

LUIS SILVA

RECUENTO DE PALABRAS

25860 Words

RECUENTO DE CARACTERES

139453 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

128 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

7.3MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 25, 2024 5:02 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 25, 2024 5:04 PM GMT-5

● 8% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

DEDICATORIA

A la divinidad por concederle el don de la vida y la sabiduría necesaria para afrontar los desafíos, disfrutar de las alegrías y superar los obstáculos; por permitirme llegar a este punto crucial en mi carrera a lo largo del tiempo.

A mis progenitores RUTMILLMA YUCRA MAMANI DE SILVA y LUIS SILVA CHAUCA, por ser el apoyo moral, económico sin interés en mi formación como persona y como profesional.

A mi esposa e hijos.

“La diferencia entre lo que hacemos
y lo que somos capaces de hacer,
bastaría para solucionar la mayoría
de los problemas del mundo”.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la fortaleza para continuar cuando a punto de caer estuve.

A mi familia, por su comprensión y estímulo constante, además de su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios.

Al Dr. Benedicto Baca Rosado, al ser una persona excepcional, amigo y consejero principal en el desarrollo de tesis, agradezco sus valiosas contribuciones y apoyo constante a lo largo de todo el proceso y elaboración de esta investigación.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
RESUMEN	3
ABSTRACT	5
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.1 Situación del Problema	7
1.2 Formulación del Problema.....	8
1.2.1 Problema general	8
1.2.2 Problemas específicos.....	8
1.3 Justificación de la Investigación	9
1.4 Objetivos de la Investigación.....	10
1.4.1 Objetivo general	10
1.4.2 Objetivos específicos.....	10
II. MARCO TEORICO	10
2.1 Regeneración Natural.....	10
2.1.1 Clasificación dimensional de la regeneración natural.....	12
2.1.2 Clasificación de las especies en gremios ecológicos	13
2.1.3 Alteraciones ocasionadas en el aprovechamiento	21
2.1.4 Especies estudiadas	22
2.1.5 Características botánicas de la especie en estudio <i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke (Tornillo).	23

2.1.6	Características botánicas de la especie en estudio <i>Schizolobium</i> sp. (Pashaco).....	26
2.2	Antecedentes de la Investigación	28
2.2.1	Antecedentes a nivel internacional.....	28
2.2.2	Antecedentes a nivel nacional	30
2.2.3	Antecedentes a nivel regional	31
2.3	Conceptos Fundamentales	35
III.	METODOLOGIA.....	38
3.1	Diseño de la Investigación	38
3.1.1	Tipo de investigación.....	38
3.1.2	Ambito de estudio.....	38
3.1.3	Materiales, Herramientas y Equipos	43
3.2	Metodología	43
3.2.1	Tipo de diseño de la investigación.....	43
3.2.2	Tamaño, Forma y Diseño de la parcela.....	44
3.2.3	Evaluación de la regeneración natural.....	46
3.2.4	Tratamiento de datos	47
3.2.5	Variables e indicadores	49
3.3	Población y Muestra.....	49
3.3.1	Población.....	49

3.3.2	Muestra	49
3.3.3	Técnicas de análisis de datos	50
IV.	RESULTADOS.....	53
4.1	Distribución y abundancia de brinzales, latizales y fustales	53
4.2	Calidad del árbol, clase de árbol, características del fuste y forma de copa.	61
4.3	Regeneración natural entre los dos bosques.....	85
V.	CONCLUSION	88
VI.	DISCUSIONES.....	911
VII	RECOMENDACIONES.....	933
VIII	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	955
ANEXO	103

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Lista de especies consideradas en el estudio	22
Tabla 2 Aspectos generales del lugar de estudio	38
Tabla 3 Coordenadas UTM (Zona 19, Datum WGS 84) del lugar de estudio.....	39
Tabla 4 Rutas o vías terrestres o fluviales a la concesión de castaña concedida por el Estado	40
Tabla 5 Rutas o vías de acceso al área de la UMF	41
Tabla 6 Principales unidades fisiográficas en el área	41
Tabla 7 Descripción del área del lugar de estudio.	49
Tabla 8 Numero de parcelas	50
Tabla 9 Resultado de las frecuencias por especie en 10 parcelas	53
Tabla 10 Resultado de las frecuencias por especie.....	55
Tabla 11 Resultado de las clases altimétricas de los Brinzales.....	55
Tabla 12 Resultado de las clases diamétricas de los latizales bajos	57
Tabla 13 Resultado de las clases diamétricas de los latizales altos	58
Tabla 14 Resultado de las clases diamétricas de los fustales.....	60
Tabla 15 Resultados de las frecuencias de la clase de árbol.....	61
Tabla 16 Distribución de Individuos por Clase de Árbol y Especie.....	62
Tabla 17 Característica de fuste por especie.....	64
Tabla 18 Análisis de frecuencia de la forma de copa	66
Tabla 19 Distribución de Individuos por Forma de Copa y Especie	67
Tabla 20 Resultados de Chi Cuadrado de Pearson y Razón de Verosimilitud para Individuos de Pashaco y Tornillo en 10 Parcelas	69

Tabla 21 Comparación de la Regeneración Natural entre los Dos Bosques de Manejo Forestal	81
Tabla 22 Resultados de las Ecuaciones de Regresión y Coeficientes de Correlación.....	81
Tabla 23 Análisis de Frecuencias de individuos por tipo de Bosque.....	85
Tabla 24 Análisis de comparación de la regeneración natural por tipo de Bosque	86
Tabla 25 Registro de la regeneración natural en las parcelas de muestreo.....	114
Tabla 26 Coordenadas de las parcelas de muestreo en el área de estudio	116

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Filotaxia de la especie de <i>Cedreliga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	25
Figura 2 Filotaxia de la especie <i>Schizolobium</i> sp.	28
Figura 3 Mapa de diseño de las parcelas de muestreo.....	46
Figura 4 Número de individuos por parcela	53
Figura 5 Clase de árbol por especie.....	62
Figura 6 Resultados de las características del fuste.....	63
Figura 7 Característica de fuste por especie	65
Figura 8 Forma de copa por especie.....	68
Figura 9 Análisis del Scatterplot: Parcelas vs. Altura del Brinjal	71
Figura 10 Análisis del Scatterplot: Parcelas vs. Latizal Bajo	72
Figura 11 Análisis del Scatterplot: Parcelas vs. Latizal Alto	73
Figura 12 Análisis del Scatterplot: Parcelas vs. Fustal	75
Figura 13 Análisis del Scatterplot: Fustal DAP vs. Clase de Árbol	76
Figura 14 Análisis del Scatterplot: Fustal DAP vs. Características del Fuste	78
Figura 15 Análisis del Scatterplot: Fustal DAP vs. Forma de Copa.....	80
Figura 16 Análisis de Frecuencias de individuos por tipo de Bosque	85
Figura 17 Mapa de parcela de unidades muestrales del área de estudio	103
Figura 18 Plano de tipos de suelo del área de investigación	104
Figura 19 Mapas de las parcelas muestrales del área de estudio.....	105
Figura 20 Mapa de tipo de clima de área de estudio	106
Figura 21 Mapa de fisiografía del área de estudio.....	107
Figura 22 Mapa de tipo de bosque del área de estudio.....	108
Figura 23 Mapa de ubicación de la Unidad de Manejo Forestal	109

Figura 24 Mapa de dispersion de especies forestales en la PC N°02	110
Figura 25 Mapa de zonificación del área de estudio	111
Figura 26 Instalación de las parcelas de muestreo en el área de estudio	112
Figura 27 Medición de la altura de la regeneración natural de las especies de pashaco y tornillo.	112
Figura 28 Medición del diámetro de las especies de pashaco y tornillo	113
Figura 29 Codificación de la regeneración natural de pashaco y tornillo	113
Figura 30 Levantamiento de datos de campo	114

INTRODUCCIÓN

La especie Tornillo (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke) y Pashaco (*Schizolobium* sp.), se encuentran dentro de la categoría de recursos preciados en el Bosque Húmedo Tropical peruano, gracias a la calidad superior de su madera y considerable demanda que poseen tanto a nivel nacional como en el ámbito internacional. La intensa explotación de las especies en últimas décadas, originó unos estados poblacionales de especies amenazadas en los bosques de la Región de Madre de Dios, por lo cual se ha visto por conveniente realizar la evaluación de la regeneración natural de las poblaciones de Tornillo y Pashaco.

Un aspecto fundamental del manejo forestal sostenible, es el mantenimiento de la regeneración natural en los bosques a corto y largo plazo, donde se ve que la explotación forestal tiene repercusiones en el proceso de regeneración natural de las especies arbóreas. Este estudio contrasta la abundancia de regeneración natural y disposición espacial de plántulas de dos especies de árboles destinadas para la producción de madera dentro de un bosque sin plan de manejo Forestal Intermedio y con plan de manejo Forestal Intermedio.

En los últimos diez años se ha notado un creciente reconocimiento de la importancia de los bosques, y su relevancia ocupa una posición central en cualquier diálogo significativo acerca del futuro sostenible del planeta Tierra. Los bosques desempeñan un papel crucial en la mitigación del cambio climático, evitando poner en riesgo el ecosistema fundamental para la prosperidad de la humanidad. Por lo tanto, los bosques y las actividades forestales han sido fundamentales en el desarrollo de la civilización moderna.

El presente trabajo de investigación se realizó en una Concesión Forestal para el Aprovechamiento de Otros Productos Diferentes a la Madera, y que tuvo como finalidad de

determinar y evaluar el grado de regeneración natural de las especies de Tornillo (*Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke) y pashaco (*Schizolobium* sp), es decir se realizó un inventario forestal, considerando las diferentes etapas de crecimiento y desarrollo de las especies estudiadas y esto se realizó en las 10 parcelas de muestreo consideradas y establecidas en el área de estudio.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue la evaluación de la regeneración natural de dos especies forestales maderables en los claros generados por el aprovechamiento de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke (tornillo) y *Schizolobium* sp. (pashaco). Se selecciono al azar 10 parcelas, en el proceso de recolección de datos, se registraron dimensiones del diámetro a altura normal y altura total de cada unidad de regeneración natural, forma de copa, características de fuste y se clasificó en sustratos.

Se encontraron un total de 112 individuos, siendo *Schizolobium* sp la especie más abundante, representando el 64.3% del total, mientras que *Cedrelinga cateniformis* constituyó el 35.7%.

La clasificación por clases diámetricas, para *Schizolobium* sp se encontraron 25 brinzales, 43 latizales bajos y 4 latizales. Mientras que para *Cedrelinga cateniformis* se encontraron 24 brinzales, 12 latizales bajos y 1 latizal alto.

Según la clasificación por características de fuste (bueno, regular y malo), para *Schizolobium* sp se encontraron 27, 32 y 1 individuos respectivamente, y para *Cedrelinga cateniformis* 21, 17 y 2 individuos respectivamente.

La clasificación por forma de copa (Abundante, mediano y poco follaje) para *Schizolobium* sp se encontraron 30, 18, 12 y 12 individuos respectivamente, y para *Cedrelinga cateniformis* 28, 9, 1 y 2 individuos respectivamente.

Respecto a las características del fuste, Pashaco mostró una distribución mayoritaria en la categoría de Características del Fuste 2, mientras que Tornillo fue más común en la Característica del Fuste 1. En cuanto a la forma de copa, ambos mostraron preferencia por la Forma de Copa 1.

Se observa que Tornillo predominó en las clases de árbol y características del fuste que indican una mayor prevalencia en clases inferiores y características fustales menos desarrolladas, mientras que Pashaco mostró una distribución más equitativa entre las clases de árbol y características del fuste, con una tendencia hacia clases y características más desarrolladas.

Además, se identificaron relaciones significativas entre el número de parcelas y variables como la altura del brinjal, la presencia de latizal bajo y alto, así como la densidad de individuos en la categoría de fustales. Estas relaciones proporcionan información clave para la gestión y conservación de ambas especies, destacando la importancia de considerar factores ambientales y de manejo forestal en la promoción de su regeneración natural.

Por último, la terraza media presenta una mayor frecuencia de observaciones que la terraza alta, sugiriendo un entorno más favorable o una mayor abundancia de especies. Sin embargo, el análisis estadístico no mostró diferencias significativas en la distribución de **Cedrelinga cateniformis** y **Pashaco (Schizolobium sp.)** entre las terrazas alta y media. La abundancia de individuos es similar en ambos tipos de bosque, lo que implica que las prácticas de gestión y conservación pueden ser uniformes. Estos resultados son cruciales para decisiones de manejo y conservación en la región evaluada.

En resumen, este estudio no solo ofrece una visión detallada de la dinámica poblacional de Tornillo y Pashaco en contextos de manejo forestal, sino que también sugiere estrategias potenciales para mejorar su conservación y sostenibilidad en los ecosistemas estudiados.

Palabras claves: Regeneración natural, claro naturales, ecología

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the natural regeneration of two timber forest species in the gaps created by the exploitation of **Cedrelinga cateniformis** (Ducke) Ducke (tornillo) and **Schizolobium** sp. (pashaco). Ten plots were randomly selected, and during the data collection process, the diameter at breast height and total height of each natural regeneration unit, crown shape, stem characteristics, and substrate classification were recorded.

A total of 112 individuals were found, with **Schizolobium** sp. being the most abundant species, representing 64.3% of the total, while **Cedrelinga cateniformis** accounted for 35.7%.

For diameter class classification, 25 seedlings, 43 low saplings, and 4 saplings were found for **Schizolobium** sp. Meanwhile, for **Cedrelinga cateniformis**, there were 24 seedlings, 12 low saplings, and 1 high sapling.

According to the classification by stem characteristics (good, fair, and poor), 27, 32, and 1 individuals were found for **Schizolobium** sp., respectively, and 21, 17, and 2 individuals for **Cedrelinga cateniformis**, respectively.

For crown shape classification (abundant, medium, and sparse foliage), 30, 18, 12, and 12 individuals were found for **Schizolobium** sp., respectively, and 28, 9, 1, and 2 individuals for **Cedrelinga cateniformis**, respectively.

Regarding stem characteristics, **Schizolobium** sp showed a majority distribution in Stem Characteristic 2, while **Cedrelinga cateniformis** was more common in Stem Characteristic 1. In terms of crown shape, both species showed a preference for Crown Shape 1.

Cedrelinga cateniformis predominated in tree classes and stem characteristics that indicate a higher prevalence in lower classes and less developed stem characteristics, while **Schizolobium** showed a more balanced distribution among tree classes and stem characteristics, with a tendency towards more developed classes and characteristics.

Additionally, significant relationships were identified between the number of plots and variables such as seedling height, the presence of low and high saplings, and the density of

individuals in the stem category. These relationships provide key information for the management and conservation of both species, highlighting the importance of considering environmental factors and forest management in promoting their natural regeneration.

Finally, the mid terrace has a higher observation frequency compared to the high terrace, suggesting a more favorable environment or greater species abundance. However, statistical analysis showed no significant differences in the distribution of **Cedrelinga cateniformis** and **Pashaco (Schizolobium sp.)** between the high and mid terraces. The average number of individuals per plot is similar in both forest types, implying that management and conservation practices can be uniform. These findings are crucial for management and conservation decisions in the evaluated forest concession in Madre de Dios.

In summary, this study not only provides a detailed view of the population dynamics of **Cedrelinga cateniformis** and **Schizolobium sp** in forest management contexts but also suggests potential strategies to improve their conservation and sustainability in the studied ecosystems.

Key words: Natural regeneration, natural gaps, ecology.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación del Problema

En el manejo forestal, la regeneración adecuada de las especies es quizás el paso más importante hacia el logro de la sostenibilidad de los bosques. Es necesario que los profesionales y técnicos forestales sean capaces de diagnosticar anticipadamente problemas en la regeneración, de modo que así se puedan realizar ajustes a los métodos de aprovechamiento o aplicarse otros tratamientos silviculturales para garantizar una regeneración adecuada y pronta de las especies comerciales (Fredericksen & Mostacedo 2000)

Se ha encontrado que el aprovechamiento forestal y otras actividades antropogénicas, podrían influenciar la distribución espacial de las especies del bosque (Clark et al. 1995; Rivas et al, 2005); incluso puede alterar significativamente la abundancia y modificar la distribución espacial de la regeneración natural de las especies aprovechadas y remanentes. Sin embargo, a nivel de especies, aun no se conoce a ciencia cierta, cuál es el grado de impacto que ocasiona el aprovechamiento de madera con planes de manejo y sin plan de manejo en la regeneración natural y árboles semilleros y se explora la configuración de la estructura espacial en un entorno posterior al aprovechamiento forestal, caracterizado por una menor densidad de árboles semilleros y una distribución más amplia entre ellos.

Numerosos elementos influyen en la sostenibilidad del manejo forestal; sin embargo, posiblemente el más crucial sea la regeneración natural, garantizando así la perpetuación de los procesos ecológicos fundamentales del bosque. Por esta razón, es muy importante que los encargados del manejo de los bosques conozcan a las especies cuando están en la etapa de plántulas y así determinar su estado (Toledo et al. 2005).

Para el estudio se seleccionaron estas especies, *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke. (Tornillo) y *Schizolobium* sp. (Pashaco) están incluidas en lista de recursos comerciales y aprovechables en Madre de Dios, de gran relevancia económica y fueron objeto

de intenso aprovechamiento debido a elevados costos que han llegado a niveles significativos en mercados nacionales e internacionales, impulsados por destacadas características tecnológicas y valor comercial; este escenario provocado un extracción irracional de estas especies. El reporte del Centro de Información y estadística Forestal- CIEF de la Dirección Regional Forestal y Fauna Silvestre (2015), en los últimos diez años ambas especies reportan una producción volumétrica alta a comparación de las demás especies. Se observa un grado de especialización en áreas de producción, donde emplean conjuntos de especies, como es el caso *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke. (Tornillo) y *Schizolobium* sp. (Pashaco) con baja densidad, destinadas a fabricación de muebles y productos particulares como pisos.

Es importante determinar el estado actual de la regeneración natural para conocer el grado de desarrollo en el bosque. En este contexto se da a conocer la siguiente pregunta:

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema general

- ¿Cuál es el estado actual de la regeneración natural del Tornillo y Pashaco en bosques de manejo forestal en Tambopata, Madre de Dios?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la distribución de brinzales, latizales y fustales de Tornillo y Pashaco en los bosques evaluados?
- ¿Cuáles son las características estructurales (calidad del árbol, clase de árbol, características del fuste, forma de copa) predominantes en los individuos de Tornillo y Pashaco en los bosques estudiados?
- ¿Como es la regeneración natural entre los dos bosques de manejo forestal estudiados en términos de densidad y estructura poblacional de Tornillo y Pashaco?

1.3 Justificación de la Investigación

Para la identificación de la especie de *Schizolobium* sp. (Pashaco), es preciso señalar que se ha considerado la especie en términos generales sin poder especificar con precisión las especies exactas debido a discrepancias en la identificación de especies similares. Según Gardner (2010), la identificación de especies dentro de géneros complejos a menudo presenta desafíos significativos, especialmente en familias botánicas complicadas donde se puede identificar el género con mayor certeza que la especie específica. Por esta razón, se consideró conveniente evaluar todas las especies de Pashaco dentro del género *Schizolobium* sp. debido a las dificultades mencionadas, con una precisión que alcanza aproximadamente el 95% en la identificación de especies dentro de esta familia (Gardner, 2010).

regeneración natural, esencial para preservar las poblaciones de especies maderables y asegurar la futura productividad del bosque (Gómez, 2011). La regeneración natural determina la composición futura del bosque mediante el establecimiento de nuevos individuos (Mostacedo & Fredericksen, 1999).

El presente estudio busca contribuir a la gestión forestal sostenible en la Amazonia, proporcionando datos cruciales sobre la regeneración forestal a concesionarios y otras partes interesadas. La gestión forestal sostenible, reconocida por académicos, empresarios, y políticos, es clave para aumentar los recursos forestales y equilibrar consideraciones socioeconómicas, especialmente ante la amenaza de agotamiento de la riqueza forestal.

Seleccionar métodos silviculturales adecuados es vital para el crecimiento y producción del bosque, beneficiando a las comunidades rurales y generando ingresos mediante el uso inteligente de los recursos forestales. Comprender los procesos biológicos del bosque, como el rebrote natural, es esencial para su sostenibilidad a largo plazo.

Este estudio también pretende aumentar el conocimiento sobre la regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke (Tornillo) y *Schizolobium* sp. (Pahaco), evaluando su potencial y destacando la necesidad de estrategias de gestión eficaces. Los resultados proporcionarán información valiosa a propietarios y gestores forestales, mejorando las estrategias de gestión, especialmente en el Departamento de Madre de Dios.

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo general

- Evaluar el estado actual de la regeneración natural del Tornillo y Pashaco en bosques de manejo forestal en Tambopata, Madre de Dios

1.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la distribución y abundancia de brinzales, latizales y fustales de Tornillo y Pashaco.
- Caracterizar la calidad del árbol, clase de árbol, características del fuste y forma de copa de los individuos de Tornillo y Pashaco presentes en los bosques evaluados.
- Comparar la regeneración natural entre los dos bosques de manejo forestal estudiados en términos de densidad y estructura poblacional de Tornillo y Pashaco.

II. MARCO TEORICO

2.1 Regeneración Natural

El proceso de reproducción de los árboles implica una secuencia de pasos cruciales, que incluyen la floración, sistemas de polinización y fertilización, sistemas de distribución de frutos y semillas, y sistemas de latencia o brotación de semillas. Sin embargo, el último paso es fundamental: plantar las semillas y proporcionar un entorno propicio para su crecimiento hasta alcanzar la madurez como árboles capaces de reproducirse. Este ciclo reproductivo,

respaldado por la regeneración, permite que las especies permanezcan en un bosque durante períodos prolongados. La capacidad de las especies para desplazarse a nuevas áreas se asemeja a cómo una nueva población surge, permitiendo que las especies se extiendan a regiones donde la muerte y la caída de los árboles mayores controlan su distribución de manera natural. Este proceso es de gran importancia para el entendimiento de los bosques tropicales y la generación de estrategias de manejo a largo plazo para optimizar su producción (Asquith, 2002; Primack, 1990).

El término regeneración, es un concepto práctico que incluye no solamente la sucesión natural secundaria, si no también, los diferentes tipos de manipulación forestal que conducen intencionadamente a un nuevo estado más productivo del crecimiento del bosque; esta definición incluye prácticas silviculturales que utilizan la densidad y distribución de los árboles, el volumen en pie de diferentes categorías y estados, al igual que la composición de especies (Gomez-Pompa & Burley, 1991).

El ciclo de regeneración natural comienza con la generación de semillas, continúa con la germinación y establecimiento de los brinzales, y culmina en la primera categoría reconocida como inventariable. El desarrollo de plántulas, desde su germinación hasta el momento en que quedan establecidas, es el periodo más precario y crítico del proceso de regeneración de un rodal; la mayor proporción de la mortalidad ocurre durante este lapso (Daniel *et al*, 1982).

En este contexto, "predominantemente" adquiere significado al referirse a que los árboles regenerados de manera natural constituyen más del 50% de la población madura. Abarca diversas situaciones, como las semillas que han vuelto a germinar, la regeneración orgánica de árboles de especies exóticas, la reforestación cuidadosa de bosques talados, la replantación de tierras agrícolas con árboles y la regeneración de áreas previamente afectadas por incendios, entre otras. Además, se incluyen las áreas boscosas donde resulta difícil

determinar si los árboles fueron plantados intencionalmente o si crecieron de manera espontánea a partir de semillas. Incluye los bosques con una mezcla de árboles regenerados de manera natural y de árboles plantados/sembrados, y donde se supone que los árboles regenerados de manera natural constituyan más del 50% de las existencias en formación al alcanzar madurez (FAO, 2010).

2.1.1 Clasificación dimensional de la regeneración natural

Linares & Martínez (1991); citado en Cortes (1997) en un estudio dirigido a determinar las características estructurales y la dinámica de la regeneración natural en sus primeras etapas: brinzales y latizales del bosque de cativo no intervenido, establecieron las categorías o clases de tamaño que se muestran a continuación:

- R: Altura <0.3m, Renuevo o plántula
- U1: Altura entre 0.3m y 1.5m, Brinzal
- U2: Altura entre 1.5m y 3.0m, Latizal bajo
- E: Altura entre >3.0m y <5cm de dap, Latizal alto

Al conjunto de R, U1, U2 y E para efectos del estudio, se llamó “Regeneración natural temprana”, por ocupar secuencialmente los primeros estadios de la reposición natural “in situ”.

Por su parte Beek & Sáenz (1992); citado en Cortes (1997) consideran que las operaciones silviculturales aplicadas a la regeneración dependen del tamaño de la misma, por lo que resulta necesario clasificarla en categorías de acuerdo a su dimensión, y las clasifica de la siguiente manera:

Categorías Dimensión

- Brinzales 0.3m a 1.5m de altura
- Latizal bajo 1.5m de altura a 4.9cm de dap
- Latizal alto 5.0 cm a 9.9 cm de dap

Hutchinson (1993), considera que las operaciones silviculturales aplicadas a la regeneración natural dependen del tamaño de la misma y las clasifica en las siguientes categorías de acuerdo a su dimensión:

- Plántula: Individuos de 0.10 m a 0.29 m
- Brinzales: Individuos de 0.3 m de altura a 1.50 m de altura.
- Latizal: Bajo: de 1.50 m de altura a 4.9 cm de dap.
- Latizal: Alto. De 5.0 cm del dap a 9.9 cm de dap.
- Fustal: superiores de 10 cm del dap.

Por otro lado, Fredericksen & Mostacedo (2000), hacen una clasificación de la regeneración de la siguiente manera:

- Plántula ≤ 30 cm de altura
- brinzal $>0.3 - \leq 1.5$ m de altura
- latizal bajo > 1.5 m de altura ≤ 5 cm dap
- latizal alto $> 5 - \leq 10$ cm dap
- fustal $> 10 - \leq 20$ cm dap

2.1.2 Clasificación de las especies en gremios ecológicos

La comprensión de las categorías sucesionales proporciona un insight en la dinámica funcional de los bosques, basándose en la estructura y composición de las especies; se origina en la necesidad de obtener información básica sobre numerosas especies. Kageyama & Castro (1989), postulan la creciente importancia de categorizar las especies arbóreas en los estudios de restauración; según su perspectiva, esta categorización facilita a los investigadores el examen más preciso de la autoecología de cada especie, permitiendo la extrapolación de conclusiones a otras con requisitos ecológicos similares; en esencia, esta metodología ofrece la posibilidad de comprender las interacciones entre diferentes especies y, a partir de ese conocimiento, desarrollar métodos efectivos para la restauración de ecosistemas dañados.

Varios estudios son realizados con el objetivo de clasificar y agrupar las especies de árboles tropicales basados en sus preferencias por la luz en la germinación, establecimiento y crecimiento (Budowski, 1965; citado en Cancino, 1999; Denslow, 1980; Swaine & Whitmore, 1988; citado en Cancino 1999; Welden et al. 1991). Basándose en esos datos, las especies se categorizan de diversas maneras según su historia biológica y sus adaptaciones a las variadas condiciones de luz presentes en los bosques tropicales.

Denslow (1980) propone una clasificación de los métodos reproductivos de los árboles en bosques tropicales, dividiéndolos en tres categorías distintas. 1) Se encuentran especies vegetales que prefieren grandes extensiones y cuyas semillas solo germinan en condiciones específicas de alta temperatura y luz. Estas plántulas son particularmente sensibles a la sombra y no la toleran bien. 2) Abarca especies adaptadas a extensiones más reducidas, con semillas capaces de germinar en zonas sombreadas. Sin embargo, estas especies aún requieren la presencia de claros para crecer y formar un dosel. 3) Incluye especies que prosperan en el entorno subforestal o del sotobosque, mostrando la peculiaridad de no requerir claros tanto para germinar como para crecer hasta alcanzar la madurez reproductiva.

Wright et al. (2003) indica que se verificaron que las pocas especies extremadamente tolerantes a la sombra y extremadamente dependientes de luz, la mayoría requiere niveles intermedios de luz para la germinación y establecimiento.

Ahora existen muchas clasificaciones para describir las especies en relación a las condiciones de luz y algunos investigadores critican esa forma dicotómica de agrupar las especies en pioneras y no pioneras, por ser una clasificación limitada excluyendo todo el contenido que existe entre esos dos extremos (Lieberman et al. 1989).

Informaciones sobre la densidad de claros y sus características pueden indicar las posibilidades de regeneración de diferentes especies o gremios (Poorter et al., 1994). Para Denslow (1980), comunidades frecuentemente sujetas a disturbios en gran escala son ricas en

especies de inicio de sucesión (claros grandes), en cuanto a comunidades en que los disturbios en gran escala son raros son ricos en especies de claros pequeños.

Según Gourlet-Fleury et al. (2005), la forma más efectiva de agrupar especies con atributos similares y anticipar las alteraciones en la estructura del bosque después de perturbaciones es examinar los procesos dinámicos que tienen lugar en esas zonas y entender el comportamiento de las especies a lo largo del tiempo; principalmente, se observa esta dinámica en las parcelas permanentes localizadas en áreas tropicales.

Swaine & Hall (1983); citado en Martins, et al. 2003 clasificaron las especies en tres categorías:

- Especies pioneras de tamaño reducido, las cuales necesitan espacios abiertos para germinar y establecerse; tienen una vida relativamente breve y rara vez alcanzan alturas superiores a los 30 metros.
- Especies pioneras de gran tamaño, las cuales dependen de espacios abiertos para germinar y establecerse; poseen la capacidad de superar los 30 metros de altura y perduran hasta formar la cubierta del bosque maduro.
- Especies primarias que tienen la capacidad de germinar y establecerse incluso en condiciones de luz difusa, hasta llegar a formar la cobertura superior del bosque maduro.

Viana (1989); citado en Martins et al. (2003) presento una clasificación en el que constan cuatro categorías:

- Heliófilas cuyas semillas necesitan luz para iniciar la germinación, y no pueden sobrevivir en condiciones de sombra.
- Oportunistas de claros, cuyas semillas pueden germinar sin necesidad de luz directa, y subsisten en condiciones de sombra limitada.
- Tolerantes a la sombra, cuyas semillas pueden germinar en condiciones de poca

luz, y alcanzan únicamente el estadio pre reproductivo.

- Reproductoras en sombra, cuyas semillas germinan en condiciones de poca luz, llevando a cabo su reproducción en ese entorno, y resultantes persisten en dichas condiciones.

Macedo, et al. (2011), Definen a la regeneración natural; es el conjunto de regeneración preexistente. La regeneración natural implica la secuencia de acontecimientos que ocurren cuando un bosque se restaura de manera natural; este proceso de regeneración natural se refiere al proceso mediante el cual los árboles se renuevan en su hábitat natural, constituyendo esencialmente la reposición de la masa arbórea existente por una nueva.

Toledo (2005), menciona la existencia de muchos factores que intervienen en la sostenibilidad del manejo forestal, pero lo más importante es probablemente la regeneración natural que asegure la continuidad de los procesos ecológicos del bosque. De ahí la importancia fundamental de que aquellos responsables de la gestión forestal adquieran conocimientos sobre las especies durante su fase de plántulas, permitiéndoles así evaluar su condición.

Fredericksen et al. (2001) menciona, el éxito de la regeneración natural es considerado como la clave para el manejo sostenible de los bosques tropicales. Garantizar la reposición de los individuos utilizados ha sido una inquietud continua para ecologistas y profesionales forestales, con propósito de preservar estructura y composición de bosques.

Fredericksen et al. (2001), menciona que los profesionales forestales deben entender el ciclo entero de vida de un árbol, comenzando con su forma de reproducción, si es que se reproduce mediante dispersión de semillas, rebrotes o una combinación de ambos. Es esencial comprender las tasas de depredación de semillas, germinación y supervivencia de plántulas en diversos entornos, así como las posibilidades de que la regeneración a partir de rebrotes genere fustes comerciales. En términos generales, para todas las especies arbóreas, las probabilidades

de supervivencia aumentan de manera exponencial con el tamaño. No es imperativo mantener con vida todos los árboles en el bosque; más bien, se debe preservar únicamente aquellos capaces de ocupar el espacio disponible para su crecimiento.

Saenz y Finegan (2000), analiza que para que una masa boscosa permanezca en su estado natural es necesario su capacidad de auto perpetuarse, para el éxito de cualquier sistema de manejo forestal sostenible es necesario conocer los aspectos que rigen la dinámica de la regeneración.

Whitmore (1978), menciona las etapas de la regeneración se presentan en tres fases:

- a) Fase de claros, que se refiere a la apertura del dosel por la caída de los árboles y que son los que inician el proceso de renovación.
- b) Fase de reconstrucción, se refiere a árboles juveniles, mayormente pertenecientes a especies intolerantes a la sombra, que experimentan un crecimiento rápido y alcanzan la altura del dosel superior.
- c) Fase de madurez, compuesto por una cubierta superior íntegra de árboles de gran tamaño.

Sáenz y Finegan (2000), La regeneración natural se categoriza:

- Brinzal: 0.30 m a < 1.49 m altura
- Latizal bajo: 1.50 m de altura a 4.9 cm DAP
- Latizal alto: 5.0 cm-DAP - 9.9 cm DAP
- Fustal: 10 cm - 19.9 cm DAP

Fredericksen y Mostacedo (2000) sugiere una forma específica de clasificar el tamaño del rebrote natural que funciona bien para estudiar bosques tropicales:

- Plantula: recién germinado o menor a 30 cm de altura
- Brinzal: de > 0.30 m a ≤ 1.49 m de altura
- Latizal bajo: de > 1.5 m de altura a ≤ 4.9 cm de DAP
- Latizal alto: de 5 cm a 9.9 cm de DAP
- Fustal: de > 10 cm a 19.9 cm de DAP

Lamprecht (1990) categoriza las especies según sus necesidades lumínicas de la siguiente manera:

- Especies arbóreas de luz o heliófitas, las cuales necesitan una exposición total al sol a lo largo de toda su vida.
- Especies arbóreas, que se regeneran en áreas sombreadas bajo el dosel forestal y que, con el tiempo, tienen la capacidad de completar su desarrollo en esas condiciones o necesitan sombra al menos durante su fase juvenil.
- Especies parcialmente tolerantes a la sombra o hemiesciófitas, las cuales tienen la capacidad de regenerarse tanto en áreas iluminadas como sombreadas. Sin embargo, en una etapa temprana, estas especies necesitan una exposición total a la luz, al menos desde la parte superior.

Para propósitos prácticos en la determinación del sistema de regeneración más adecuado para una especie, se considera apropiada la clasificación propuesta por Finegan (1993); no solo tiene en cuenta los requisitos para el establecimiento, sino también las características

relacionadas con el crecimiento de la regeneración, basándose en la distinción fundamental entre especies heliófitas y esciófitas. Las heliófitas son aquellas que necesitan una alta exposición del sol para subsistir y evolucionar. Se encuentran siguientes subcategorías:

- Las heliófitas efímeras (HE), especies de poca duración, se instituyen y desarrollan exclusivamente en espacios abiertos amplios. Logran la madurez reproductiva a 2 o 4 años, produciendo frutos de manera continua, y las semillas que generan son relativamente pequeñas.
- Las heliófitas duraderas (HD) son especies de vida relativamente prolongada, y se subdividen en dos categorías: (a) heliófitas duraderas de crecimiento rápido, y (b) heliófitas duraderas de crecimiento regular.

Las heliófitas duraderas, que pueden establecerse bajo las copas de los árboles, dependen de los claros, incluso pequeños, para recibir la cantidad adecuada de luz en el suelo del bosque y así favorecer su desarrollo. Estas especies son comúnmente observadas en el ecosistema del bosque primario, donde algunos individuos demuestran dominancia a lo largo de la fase madura del desarrollo del bosque. Por lo general, estos individuos dominantes alcanzan la madurez reproductiva en un intervalo de 5 a 15 años. Las plantas fructifican anualmente, y el tamaño de sus semillas varía entre minúsculo y mediano.

Las especies esciófitas son aquellas que tienen la capacidad de establecerse, crecer y desarrollarse en condiciones de sombra, y su vida es relativamente prolongada. Estas especies, a su vez, se dividen en:

- Las esciófitas parciales (PS) representan especies con una marcada necesidad de altos niveles de luz para completar su última fase de crecimiento y alcanzar la madurez. Siguen un patrón de crecimiento que les permite iniciar y prosperar en áreas sombreadas, pero

requieren exposición directa a la luz a medida que avanzan de una fase juvenil a madura; además, sus períodos de fructificación son imprevisibles, con cosechas irregulares que van desde rendimientos abundantes hasta épocas de baja producción. Las dimensiones de semillas varían desde modesto hasta grandes.

- Las esciófitas totales (ET) exhiben una singularidad en su relación con la luz solar, ya que no la necesitan para su crecimiento; poseen la capacidad de germinar y brotar en condiciones de sombra, y numerosas especies florecen aunque perezcan en estado latente. La población abarca árboles de madera dura y de crecimiento lento de diversas edades, ya que estas plantas tienen la capacidad de regenerarse de manera continua, independientemente del punto en el ciclo de regeneración en el que se encuentren.

Según Synnott (1986), la evaluación de regeneración natural en claros se lleva a cabo utilizando criterios específicos. Se documentó la presencia de fustales, que se caracterizan por árboles con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 10 cm, dentro de parcelas de 100 m²; en parcelas más pequeñas de 25 m², se observaron latizales con una altura de 1,5 m y un DAP inferior a 10 cm. Adicionalmente, en parcelas de 4 m² se registraron brinzales, representando con alturas de entre 0,3 y 1 m.

A medida que transcurre el tiempo, se nota una variación significativa en la altura de la regeneración natural, indicando la necesidad de estratificación; en relación con esto, Whitmore (1989) clasifica el proceso de sucesión en tres etapas distintas.

Fase del claro: El proceso de regeneración comienza con la germinación de semillas preexistentes en el suelo del bosque o con la llegada de semillas externas después del desbroce o la regeneración preestablecida en el sotobosque. Se caracteriza por la prevalencia de individuos jóvenes, cuya altura no supera un rango de dos a diez metros.

Fase de edificación: Se trata de individuos delgados (palos) que crecen muy altos. Durante esta fase, los individuos compiten mucho entre sí y algunas especies pioneras mueren y hay épocas en las que las cosas están estables. No hay árboles grandes.

Fase madura: Es durante la fase reproductiva cuando la mayoría de los individuos alcanzan su tamaño completo; curre cuando el bosque está en equilibrio dinámico y la biomasa tiende a asentarse de forma que favorezca la reproducción. El crecimiento diamétrico es más común que la expansión lateral de las copas. Existen diferentes tamaños.

MTC (2009), en un estudio realizado por IIRSA SUR en el departamento de Madre de Dios, describió a los Bosques de terrazas altas (B ta). El bosque de terrazas altas presenta un relieve plano-ondulado con disecciones. Se encuentra distribuido ampliamente en las zonas influenciadas por las carreteras Puerto Maldonado – Alerta y Puerto Maldonado – Nueva Arequipa

2.1.3 Alteraciones ocasionadas en el aprovechamiento

Es fundamental reconocer que las actividades de tala llevan consigo diversos grados de daño al bosque residual, al suelo y a los recursos hídricos. Sin embargo, los efectos adversos inherentes a la tala pueden mitigarse de manera significativa mediante el uso eficaz de prácticas estratégicas. Esto implica la implementación cuidadosa de carreteras y pistas de arrastre, así como la ejecución de procesos de tala y arrastre de árboles. Por tanto, resulta crucial someter a un análisis detallado esta planificación para evaluar el grado de cumplimiento operativo y realizar las mejoras necesarias para las cosechas subsiguientes. Así tanto los responsables del manejo como los administradores tendrán una mejor base de información para la toma de decisiones en el futuro (Contreras et al. 2001).

En la actividad de explotación forestal, las mayores perturbaciones y daños ocurren en

rutas de arrastre y las aperturas más grandes por la corta de los árboles, los daños efectuados en las pitas de arrastre se producen por la falta de supervisión o los incentivos ya en el mapeo antes del aprovechamiento en las pistas de arrastre comúnmente no es respetado por el personal, es necesario realizar incentivos para inspeccionar las operaciones forestales para tener beneficios en el aprovechamiento y reducir el impacto. Las personas encargadas del manejo forestal deberán preocuparse más para que los tratamientos silviculturales nos den mejores condiciones para la regeneración de especies comerciales (Jackson & Fredericksen 2000).

2.1.4 Especies estudiadas

En el estudio, se eligieron dos especies específicas que forman parte de la canasta de especies comerciales y aprovechables en Madre de Dios. Las especies son particular relevancia económica, dada su actividad de aprovechamiento impulsada por elevados costos que alcanzaron en el mercado nacional e internacional. Además, se destaca su excepcional valor tecnológico y comercial, lo que ha llevado a una explotación irracional de estos recursos. Según reporte del Centro de Información y estadística Forestal- CIEF de la Dirección Regional Forestal y Fauna Silvestre (2015), en los últimos diez años ambas especies reportan una producción volumétrica alta a comparación de las demás especies.

Tabla 1
Lista de especies consideradas en el estudio

Nombre Común	Nombre Científico	Valor comercial *	Precio ° (S./pt) Julio 2015	Gremio Ecológico
Tornillo	Cedrelinga cateniformis (Ducke) Ducke	Potencial	3.90 -4.00	Heliófito
Pahaco	Schizolobium. Sp	Potencial	1.00-2.00	Esciófitas

Fuente: * Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR, Cámara Nacional Forestal- SERFOR – A

2.1.5 Características botánicas de la especie en estudio *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke (Tornillo).

Reynel, et al. (2003), describe a la especie *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke. de la siguiente forma.

Clasificación taxonómica de la especie

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

Familia: Fabaceae

Género: *Cedrelinga*

Nombre científico: *Cedrelinga cateniformis*
(Ducke) Ducke

Nombre común: Tornillo

Descripción de la especie

Árbol con un diámetro que varía entre 0,5 y 2,8 metros y una altura total de 20 a 40 metros. Su fuste es cilíndrico, con ramificación que comienza desde el segundo o tercer tercio, y la base del fuste es recta. La corteza externa presenta grietas a fisuras, con un tono marrón pardo a rojizo, y placas de ritidoma que miden aproximadamente 3 a 5 por 8 a 13 centímetros; la corteza interna es uniforme, de color crema que roza el blanco, sin secreciones. Las ramitas terminales tienen una sección circular, con un color marrón claro cuando están secas y un

diámetro de alrededor de 5 a 10 milímetros, son lenticeladas y glabras. Las hojas son compuestas bipinnadas, dispuestas en espiral y alternas, con una longitud de aproximadamente 30 a 40 centímetros. El peciolo mide entre 6 y 30 centímetros de longitud, y las hojas generalmente tienen cuatro pares de pinas. Las zonas de articulación de las pinas presentan una glándula de 2 a 5 milímetros de diámetro. Las láminas foliares son ovadas, asimétricas, con una longitud de 4 a 15 centímetros y un ancho de 2 a 9 centímetros. Las hojas son completas, con un extremo puntiagudo, una base aguda e inequilátera, y la disposición de las venas es pinnada con 5 a 7 pares de nervios secundarios, siendo los nervios terciarios notablemente paralelos y transversales al nervio central, y las hojas carecen de vello. Las inflorescencias adoptan la forma de panículas que tienen entre 12 y 30 centímetros de longitud, con numerosas cabezuelas agrupadas en manojos. Estas cabezuelas tienen dimensiones de 2,5 a 3,5 centímetros, con pedúnculos que oscilan entre 1 y 2 centímetros. Las flores son reducidas, hermafroditas, con una longitud de aproximadamente 1 a 1,5 centímetros, actinomorfas y presentan cáliz y corola. El cáliz es pequeño, con 1 a 2 milímetros de longitud, y la corola es blanquecina, tubular, con 5 dientes; el androceo tiene numerosos estambres de 1 a 1,5 milímetros de longitud, y el pistilo único presenta un estilo largo y un estigma obsoleto. Frutos legumbres muy largas y aplanadas, de 30 - 40 cm de longitud y 2 - 3 cm de ancho, con 6 - 15 semillas, la legumbre estrechada entre las semillas y revirada helicoidalmente (Reynel et. al., 2003). base y aletas (raíces tablares) de hasta 2 m de alto. Reynel, et al. (2003).

Distribución y hábitat. Se ubica en la Región Amazónica del Perú, abarcando los departamentos de Junín, Madre de Dios, Loreto y Ucayali, a altitudes que oscilan entre los 200 y 1,200 msnm. Se le observa en áreas de pluviosidad elevada y constante; es una especie con tendencia esciófita, presente en bosques primarios, en suelos arcillosos, usualmente ácidos, en zonas bien drenadas y con pedregosidad baja o nula (Reynel et. al., 2003).

La distribución nativa incluye Ecuador, Perú, Colombia y Brasil, países situados en Sudamérica. La distribución altitudinal del sujeto presenta un rango que va de los 120 a los 800 msnm, las precipitaciones anuales se sitúan entre 2.500 y 3.800 mm, mientras que las temperaturas típicas oscilan entre 23 y 38°C. Este particular fenómeno ecológico puede clasificarse como una especie de sucesión secundaria, caracterizada por un nivel inicial de tolerancia seguido de una transición hacia un comportamiento heliófilo a lo largo de la edad adulta. La especie tiene un amplio rango biológico, estando presente en muchos hábitats tales como bosques húmedos tropicales, bosques subtropicales muy húmedos, bosques húmedos subtropicales y bosques secos tropicales. La planta es propensa a crecer en muchas composiciones de suelo y condiciones climáticas. No es muy exigente en cuanto a la fertilidad de los suelos (Aróstegi et. al., 1992).

Figura 1

Filotaxia de la especie de *Cedreliga cateniformis* (Ducke) Ducke



Fuente: Toledo, et al..2005

2.1.6 Características botánicas de la especie en estudio *Schizolobium* sp. (Pashaco)

Reynel, et al. (2003), describe a la especie *Schizolobium amazonicum* Huber ex Duke de la siguiente forma.

Clasificación taxonómica de la especie

División: Angiospermas

Clase: Dicotiledoneas

Orden: Fabales

Familia: Leguminosas (Caesalpinaceas)

Nombre científico: *Schizolobium amazonicum* (Huber ex
Ducke)

Nombre común: “Pino chuncho”, “Pashaco”

Sinónimos Botánicos: *Schizolobium parahyba*
(Vellozo) Blake

Nombres comunes: “Pino chuncho”,
“Pashaco”

Nombres comerciales: Guapuruvu,
Quamwood.

Descripción de la especie

Reynel et al (2003), señala que el *Schizolobium* sp. es una especie cuyo árbol mide de 30-70 cm de diámetro y 18-25 m de altura total, de fuste cilíndrico, con ramificación en el tercer tercio y la base del fuste recta. La corteza externa de la corteza se presenta de forma lisa o con grietas, con un tono que va desde marrón rojizo hasta grisáceo con ritidoma en placas

rectangulares a cuadrangulares pequeñas, con un ancho que varía entre 1.5 y 4 centímetros; la corteza interna de la corteza es uniforme y de color amarillo blanquecino, con un aroma característico a legumbre.

Las ramitas de la planta presentan extremos redondeados con una sección de 5-10 mm de diámetro, mostrando un color marrón rojizo a marrón claro cuando están secas y careciendo de vello. Las hojas, compuestas, alternas y dispuestas en espiral, poseen un peciolo de 6-12 cm de longitud, un raquis estriado y 10-20 pares de pinnas opuestas. Los folíolos, oblongos y sin vello, miden 1,5-3 cm de largo y 0,4-0,7 cm de ancho, con 12-14 pares de nervios secundarios prominentes en ambos lados. El ápice de los folíolos es romo con un pequeño mucrón, mientras que la base es roma; las hojas pueden ser glabras o vellosas. Las flores, de tamaño medio, son tanto masculinas como femeninas y zigomorfas, con cáliz y corola. El pedicelo mide 4-10 mm de largo, el cáliz 4-5 mm, la corola 2-2,5 cm, los estambres 1-1,5 cm y el gineceo tiene un ovario y un pistilo de longitudes similares. El estigma no es perceptible. Los frutos son oblanceolados, de 8-10 cm de largo y 2,5-3,5 cm de ancho, con ápice romo, superficie lisa y glabra, de color marrón rojizo o marrón oscuro.

Distribución y hábitat

De acuerdo con Reynel et al. (2003), la especie investigada exhibe una distribución principalmente confinada al área amazónica, siendo más prevalente en altitudes inferiores a 1200 msnm. Esta especie se observa en regiones con precipitaciones abundantes y consistentes, aunque también puede encontrarse en áreas caracterizadas por marcados períodos de aridez. Su inclinación heliófita y su rápido crecimiento la hacen prevalente en todas las etapas de los bosques secundarios, desde las tempranas hasta las tardías, y también puede encontrarse en espacios abiertos de bosques primarios. La preferencia de esta especie se inclina hacia suelos de textura arenosa a limosa, con niveles de fertilidad que van de moderados a altos, y que deben

tener buen drenaje y un nivel de pedregosidad bajo a moderado. Cabe destacar que la especie es muy sensible al encharcamiento y presenta una tolerancia limitada a esta condición, especialmente durante las primeras fases de su desarrollo como plántula.

A. Ramita con hoja (x 0,4)

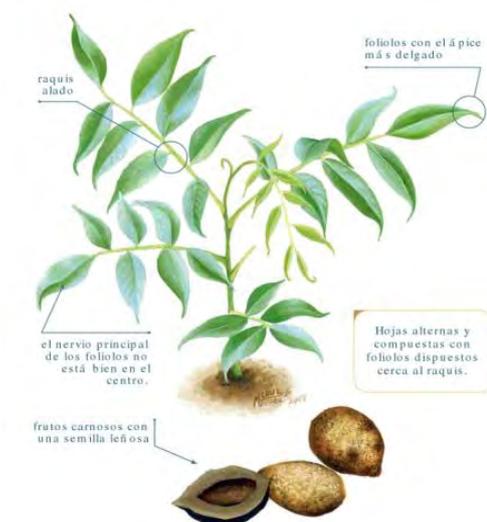
B. Inflorescencia (x 0,8)

C. Laminas Foliarias (x 1)

D. Fruto y semilla (x 0,4)

Figura 2

Filotaxia de la especie *Schizolobium* sp.



Fuente: Toledo, et.al.2005

2.2 Antecedentes de la Investigación

2.2.1 Antecedentes a nivel internacional

Barrera et al (2024) evaluó los parámetros poblacionales y regeneración natural de *Anadenanthera colubrina* (Vell.), en el valle de Vilcabamba, cantón Loja, Ecuador. Estableció sistemáticamente 18 parcelas de 20 x 20 m con una separación de 150 m; con subparcelas de 2

x 2 m para las plántulas y brinzal, 5 x 5 m para latizal bajo y 10 x 10 m para latizal alto. La distribución espacial se calculó mediante el Índice de Morisita Estandarizado (Ip) y Análisis del Vecino Próximo; la densidad poblacional se determinó con la ecuación de densidad absoluta; para la estructura de edad se agrupó los individuos en clases diamétricas; para la evaluación de la regeneración se calculó la media poblacional de crecimiento en diámetro y altura; y, se obtuvieron los parámetros estructurales densidad y frecuencia. La especie tiene un patrón de distribución agrupado con una densidad de 239 ind/ha, la estructura etaria muestra una población en crecimiento con mayor cantidad de individuos juveniles. La regeneración natural es alta siendo los brinzales la categoría con el mayor número de individuos 119 ind/ha. Se determinó que la población y regeneración natural de la especie es alta, lo que indica que posee las condiciones adecuadas para su desarrollo y por ende sus poblaciones no están afectadas.

Gamboa (2008). En Sarapiquí (Costa Rica) Se examinó la regeneración de *Dipteryx panamensis* en dos porciones de bosque, Starke con una extensión de 344 hectáreas y Rojomaca con 117 hectáreas, ambos sometidos a prácticas de manejo forestal. La eficacia de la regeneración entre especies se midió plantando árboles madre en parcelas triangulares de 40 por 16 metros y registrando la distancia a la que crecían sus descendientes con respecto al árbol original, la parte de la copa que abrían y la competencia a la que se enfrentaban con otras especies. Observó que la altura y el diámetro de la regeneración variaban en función de la ubicación y la distancia al árbol madre; el DAP del árbol madre y la competencia interespecífica afectan al éxito de la regeneración de fragmentos de *Dipteryx*; también descubrió que el número medio de árboles nuevos en cada localidad era aproximadamente el mismo.

Leigue (2008) en Bolivia, se evaluó la regeneración de nueve especies forestales. El estudio se llevó a cabo en un bosque intervenido y en un área testigo, con el propósito de

comparar la abundancia y la distribución espacial de plántulas de nueve especies maderables. La abundancia y la estructura espacial se evaluaron en 55 parcelas de muestreo anidadas. En parcelas de 20 x 20 metros se midieron árboles semilleros con un DAP de 20 cm, y en parcelas de 10 x 10 metros se registraron las categorías de plántula, brinzal y latizal. Estas parcelas se distribuyeron en 180 hectáreas en cada condición de bosque evaluado. Los resultados revelaron que las especies *C. racemosa*, *T. altissima* y *A. lecointei* mostraron una mayor abundancia en el bosque intervenido, mientras que las especies mashonaste, uña de gato, shihuahuaco y misa tuvieron una mayor presencia en el bosque testigo; además, se observó que la abundancia de *A. lecointei*, *P. heterophylla* y *Virola* sp no presentó diferencias significativas entre los sitios. En última instancia, estos hallazgos llevaron a la conclusión de que el aprovechamiento forestal no afecta de manera significativa la abundancia y la estructura espacial de la regeneración de todas las especies forestales estudiadas.

2.2.2 Antecedentes a nivel nacional

Monteverde (2021) Publico un artículo de investigación titulado “Evaluación rápida de la regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* en un bosque premontano de Satipo, Perú”, con el objetivo de determinar la regeneración natural de la especie *Cedrelinga cateniformis*, conocido como tornillo, en un bosque permontano de la selva central del Perú. Para este estudio, se seleccionaron tres arboles madre de tornillo y se evaluó la regeneración natural en un radio de 25 metros alrededor de ellos. Además, se instalaron 4 parcelas rectangulares de 2m x 25 m en forma de cruz, utilizando como punto central un árbol madre, con el fin de registrar otras especies que se asocian al tornillo en la categoría de latizales. Se registraron únicamente 2 individuos de regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis*; sin embargo, se identificaron 20 especies en la categoría de latizales, siendo *Pourouma minor* (13 individuos) la más representativa, seguida de *Pseudosenefeldera inclinata* (7 individuos) y en

tercer lugar *Parkia multijuga* (5 individuos). En conclusión, la regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* "tornillo" en los bosques premontanos es baja, debido a la alta tasa de mortalidad en plántulas, la competencia con otras especies por la disponibilidad de luz, la presencia de depredadores de sus semillas y el tipo de dispersión que caracteriza a esta especie.

Dosantos y Alván (2010) realizaron investigación en Iquitos-Nauta sobre la regeneración natural con el fin de obtener información cualitativa y cuantitativa de un bosque de terrazas alta a partir de la regeneración natural, fueron evaluados en tres fajas de 10 x 1000 m, con 10 unidades de muestreo de 10 m x 10 m en cada una, donde en el cuadrado de 2 m x 2 m se registraron brinzales, en el cuadrado de 5 m x 5 m para latizales y dentro del cuadrado de 10 m x 10 m para fustales, los resultados en este estudio determinaron que la composición florística del bosque está constituida por 60 especies, con 31 familias botánicas; la abundancia de individuos para brinzal: 1240 individuos/ha, latizal: 953 individuos/ha y fustal: 930 individuos/ha, siendo las familias representativas Lauraceae, Sapotaceae, Myristicaceae, Fabaceae y Lecythidaceae y las especies representativas *Nectandra viburnoides*, *Micropholis cylindrocarpa*, *Virola elongata*, *Inga paraensis* y *Eschweilera grandiflora*.

2.2.3 Antecedentes a nivel regional

Otsuka (2019) Publica la investigación titulada "Regeneración de *Dipteryx micrantha* harms en dos concesiones forestales maderables de la provincia de Tambopata y Tahuamanu, Madre de Dios", con el objetivo de determinar la regeneración natural de *Dipteryx micrantha* Harms en dos concesiones forestales maderables. Para ello, se instalaron 4 parcelas triangulares invertidas de 40 m x 16m; la recolección de datos se realizó según su etapa de desarrollo (plántulas, brinzales, latizales y fustales). Se registraron 325 individuos de regeneración natural de shihuahuaco distribuidos entre Tambopata (192), Tahuamanu (133). La regeneración natural de shihuahuaco se observó principalmente en las categorías de plántulas (147 en Tambopata y

32 en Tahuamanu) y brinzales (45 en Tambopata y 98 en Tahuamanu), mientras que no se encontraron individuos en las categorías de latizales y fustales. En conclusión, la concesión forestal maderable de Tambopata presenta una mayor regeneración natural de shihuahuaco en comparación con la concesión forestal de Tahuamanu.

Aucahuasi, et al. (2014). El estudio evaluó la regeneración natural de *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbride (*Ana caspi*) en un Bosque continuo protegido (Fundo El Bosque de 150 ha) y una representación de un bosque bajo manejo forestal (Concesión castañera 150 ha) ambas ubicadas en la Provincia de Tambopata, Distrito las Piedras. Los resultados en este estudio determinó que el proceso de regeneración natural de *A. leiocarpa* no presenta diferencias significativas en el número total de individuos en regeneración al comparar en el bosque continuo protegido con el bosque bajo manejo forestal. El número de regeneración natural de *A. leiocarpa* por categoría de regeneración no varió entre las áreas de estudio. La distribución de la regeneración natural de *A. leiocarpa* aparentemente sigue una tendencia “J” invertida en ambas áreas de estudio.

Loayza (2011) La investigación se llevó a cabo en el fundo "El Bosque", ubicado en la provincia de Tambopata, en el Departamento de Madre de Dios, Perú. El objetivo principal fue evaluar la frecuencia de claros naturales en un bosque de terraza alta y determinar la regeneración natural de seis especies forestales maderables: *Jacaranda copaia* (Martius ex A. DC.) A. Gentry, *Hymenaea oblongifolia* Huber, *Aspidosperma vargasii* A. DC., *Tabebuia serratifolia* (M. Vahl) Nicholson, *Dipteryx micrantha* Harms y *Bertholletia excelsa* H. & B. Durante el estudio, se encontró que la frecuencia de claros naturales en el bosque fue del 1.34%. Al analizar la edad de los claros, se determinó que aproximadamente el 0.92% del bosque se transforma en claros naturales cada año, generando 0.98 claros por ha/año, lo que equivale a 109.1 por ha/año. Se evaluó la regeneración natural en la fase de brinzales (≥ 30 cm y < 150

cm) y latizales (≥ 150 cm y ≤ 9.9 cm de dap) donde, para el caso de *Tabebuia serratifolia* (M. Vahl) Nicholson y *Dipteryx micrantha* Harms, no se registraron individuos en la etapa de latizales, mientras que para el caso de *Bertholletia excelsa* H. & B. no se registró regeneración natural en ninguna etapa (latizal y brinzal). La disposición de los árboles semilleros en relación con el claro no tiene impacto en la regeneración natural; sin embargo, sí afecta la regeneración en términos de abundancia y distancia con respecto al claro natural. Estos resultados sugieren que las especies *Tabebuia serratifolia* y *Dipteryx micrantha* requieren intervenciones para su regeneración, mientras que en el caso de *Bertholletia excelsa* H. & B., se hace necesaria una reforestación integral para preservar de manera sostenible este recurso forestal.

Alegría, et al. (2009). El estudio fue llevado a cabo en el Centro de Investigación y Enseñanza Forestal (CIEFOR) – Puerto Almendras, perteneciente a la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAP. El propósito principal fue evaluar la regeneración natural en áreas despejadas dentro del bosque de llanura aluvial. La muestra comprendió 10 áreas despejadas donde se evaluó la regeneración natural de especies forestales y se establecieron parcelas en los puntos cardinales en el borde de los espacios despejados, cada una de dimensiones 2 m x 2 m. Durante el estudio, se identificaron y registraron un total de 42 especies, las cuales fueron clasificadas en 38 géneros y 23 familias botánicas. La especie *Mabea elata* destacó por tener el mayor número de individuos, con 10,787.93 individuos por hectárea, mientras que *Endlicheria krukovii*, *Eschweilera coriacea*, *Eugenia patrisii*, *Minuartia guianensis* y *Pouteria glomerata* mostraron una menor densidad, con 34.03 individuos por hectárea. En cuanto a la importancia de las especies en el área de estudio, *Mabea elata* lideró con un 32.26%, seguida por *Sapium glandulosum* con un 30.23%, y *Haploclatha cordata* con un 25.69%.

Gonzales (2007). El propósito de este estudio era analizar el impacto de los desmontes en la regeneración natural de cinco especies arbóreas, destacando cuatro que son comúnmente utilizadas como suministro local de madera. Estas especies incluyen *Cedrelina catenaeformis*, *Hevea guianensis*, *Virola sebifera*, *Virola callophylla* y *Virola pavonis*, todas clasificadas como plantas heliófilas. La investigación se llevó a cabo en un bosque húmedo de gran altitud en la cuenca del río Amigos en Madre de Dios, Perú. Para evaluar la dinámica de los claros en un lugar específico, se midió la tasa de información de los claros naturales en un área boscosa de 50 hectáreas. Los resultados destacan que los rodales de *Cedrelina catenaeformis* se encuentran principalmente en claros de más de 90 m². Aunque se observaron árboles jóvenes de esta especie en claros de todos los tamaños y en parcelas de dosel, de manera similar a las demás especies examinadas. Estos hallazgos pueden ser fundamentales para las estrategias de gestión de las concesiones forestales, especialmente en el repoblamiento de especies maderables como *Cedrelina catenaeformis*, mediante el método de claras. Esta técnica utiliza la creación de claros en el dosel para facilitar la regeneración natural del bosque, proporcionando información valiosa para la planificación y ejecución de prácticas sostenibles en la gestión forestal.

Reátegui (2005); citado en Loayza (2011). El estudio llevado a cabo en la región Tambopata - Madre de Dios estableció que la luz desempeña un papel significativo en la supervivencia y desarrollo de las plántulas, también conocida como regeneración natural. Durante el período de dos años, se observó que el desarrollo de las plántulas en diámetro y altura considerablemente mayor en claros en comparación con sotobosque. Alrededor del 33% de plántulas dentro de los claros exhibieron una tasa de crecimiento anual superior a 400 mm. En las zonas abiertas, la tasa de crecimiento del diámetro experimentó un aumento modesto, mientras que no se detectó ninguna variación perceptible en la tasa de crecimiento de la altura entre los dos años consecutivos. Los resultados del análisis de regresión por pasos indicaron

que la luz era el principal factor que influía en el desarrollo tanto del diámetro como de la altura en los claros.

2.3 Conceptos Fundamentales

- **Árbol.** - Planta perenne con un solo tronco principal o, en el caso de arbustos bajos, con varios tallos, que presenta una copa más o menos claramente definida. Esta categoría abarca a los bambúes, las palmeras y cualquier otra planta de madera que cumpla con los criterios mencionados (FAO, 2010).
- **Arbusto.** - Planta leñosa perenne que suele superar los 0.5 metros de altura pero no alcanza los 5 metros en su madurez, careciendo de una copa claramente definida. Los límites de altura para árboles y arbustos deben ser considerados con flexibilidad, especialmente en cuanto a la altura mínima para un árbol y la altura máxima para un arbusto, las cuales pueden variar entre 5 y 7 metros (FAO, 2010).
- **Bosque.** - El bosque es un ecosistema denso y diverso, repleto de árboles altos y vegetación abundante, que alberga una gran variedad de flora y fauna. Su ambiente húmedo y sombreado es esencial para el ciclo de vida de numerosas especies. Además, los bosques desempeñan un papel crucial en la regulación del clima y la conservación del suelo.
- **Cubierta del dosel.** - La proporción de superficie ocupada por la proyección vertical del límite exterior del follaje de las plantas. No puede superar el 100 por ciento. (También conocida como cierre de cubierta). Equivalente a cobertura de copa (FAO, 2010).
- **Deforestación.** La deforestación es la eliminación permanente de la cubierta forestal por debajo del 10%, causada por la tala para agricultura o desarrollo urbano. Este proceso puede ser provocado tanto por desastres naturales como por actividades

humanas (FAO, 2010).

- **Degradación de bosques.** - La degradación forestal es la disminución de la capacidad de un bosque para suministrar productos y servicios (FAO, 2010). Un bosque degradado ha sufrido deterioro grave debido a tala excesiva, gestión deficiente, incendios recurrentes, pastoreo u otras actividades que alteran significativamente el suelo y las plantas. Este daño es tan extenso que la regeneración natural se ve comprometida, y las plantas no pueden recuperarse adecuadamente incluso después de detenerse las actividades perturbadoras (OIMT, 2002)
- **Dispersión de semillas.** - Basándose en Pijl (1982), los frutos se clasifican en anemocóricos, zoocóricos y autocóricos según su método de dispersión. La dispersión por viento es más común en áreas secas, mientras que en bosques húmedos prevalece la dispersión por animales (Howe & Smallwood, 1982). En bosques tropicales, la zoocoria es dominante, representando entre el 60% y el 90% de la dispersión (Morellato & Filho, 1992). La biología reproductiva es crucial para la restauración de áreas degradadas, ya que afecta el éxito reproductivo y el establecimiento de plántulas (Ramírez, 1997).
- **Diversidad biológica.** - La diversidad biológica de todos los organismos provenientes de diversas fuentes, abarcando tanto los ecosistemas terrestres como marinos y otros ecosistemas acuáticos, así como los conjuntos ecológicos en los que están integrados. Engloba la variabilidad presente tanto dentro de las especies como en los ecosistemas en sí (FAO, 2010).
- **Expansión natural del bosque.** - La extensión del bosque mediante la sucesión natural en áreas que anteriormente estaban destinadas a otro tipo de uso del suelo, por ejemplo, la sucesión forestal en terrenos que previamente se empleaban para la agricultura;

implica el cambio en la categoría de uso de la tierra, pasando de no boscosa a boscosa (FAO, 2010).

- **Forestación.** - La creación de un bosque a través de la plantación y/o siembra intencional en terrenos que, hasta ese momento, no se consideraban bosque y su modificación en la categoría de uso de tierra, transformándola de no boscosa a boscosa (FAO, 2010).
- **Frecuencia absoluta y relativa.** - La dispersión promedio de las especies forestales se evalúa a través de su frecuencia, la cual se define por el número de subdivisiones del área en las que se encuentran. La frecuencia sirve para determinar la uniformidad en la distribución de cada especie en el terreno. (Levi, 1999).
- **Reforestación.** - La reintegración de un bosque mediante la plantación y/o siembra intencionada en terrenos designados como bosque. Esto no implica ninguna alteración en el uso del suelo. Engloba la plantación o siembra en áreas de bosque que temporalmente carecen de cobertura arbórea, así como la plantación o siembra en áreas de bosque con cobertura arbórea existente. También abarca el rebrote de árboles originalmente plantados o sembrados. Excluye la regeneración natural del bosque (FAO, 2010).

III. METODOLOGIA

3.1 Diseño de la Investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Descriptivo, porque se precisó la identificación de las especies maderables en regeneración natural, la estructura de la regeneración, la calidad y las recomendaciones de tratamiento silvicultural, así mismo analizar el comportamiento de los valores obtenidos.

3.1.2 Ambito de estudio

El lugar de investigación del presente trabajo, se realizó en la concesión forestal del Sr. MARCO ANTONIO ARAUJO RODRIGUEZ, ubicado en el departamento de Madre de Dios, provincia de Tambopata, distrito de Las Piedras, sector Sudadero.

A. Ubicación política

Región: Madre de dios
 Provincia: Tambopata
 Distrito: Las Piedras
 Sector: Sudadero

B. Ubicación geográfica

Altitud: 353 msnm
 Longitud: 70°22'04" Oeste
 Latitud: 13°06'00" Sur

C. Aspectos Generales

Tabla 2
 Aspectos generales del lugar de estudio

	Concesión de Castaña
Nombre del Titular	Marco Antonio Araujo Rodriguez
Contrato de la concesión	17-TAM/C-OPB-J-278-03
Área total de la concesión	1733.964 (ha)

Fuente: Elaboración propia 2023

D. Ubicación geodésica

Tabla 3

Coordenadas UTM (Zona 19, Datum WGS 84) del lugar de estudio

Coordenadas UTM (Zona 19, Datum WGS 84)					
Vértice	Este (E)	Norte (N)	Vértice	Este (E)	Norte (N)
P1	493277	8639932	P37	489130	8636970
P2	493405	8639902	P38	489450	8636970
P3	493662	8639949	P39	489724	8637213
P4	493663	8639949	P40	489600	8638854
P5	493663	8638679	P41	489705	8638906
P6	493791	8638260	P42	489800	8638952
P7	493634	8638050	P43	490086	8639094
P8	493634	8637772	P44	490295	8639172
P9	493900	8637652	P45	490376	8639191
P10	493900	8637200	P46	490405	8639191
P11	493550	8637200	P47	490510	8639157
P12	493000	8637200	P48	490597	8639115
P13	493000	8636000	P49	490633	8639098
P14	491800	8636000	P50	490660	8639072
P15	491800	8635900	P51	490728	8639029
P16	491000	8635900	P52	490851	8638974
P17	491000	8635504	P53	490909	8638952
P18	491000	8634900	P54	490916	8638950
P19	488854	8634900	P55	491006	8638917
P20	488854	8634900	P56	491169	8638868

P21	488854	8634900	P57	491497	8638835
P22	488768	8635217	P58	491625	8638842
P23	488705	8635448	P59	491712	8638884
P24	488072	8635448	P60	491939	8639135
P25	487525	8636021	P61	492226	8639496
P26	487500	8636300	P62	492324	8639600
P27	488023	8636517	P63	492470	8639802
P28	488165	8636528	P64	492492	8639832
P29	488287	8636532	P65	492580	8639938
P30	488420	8636598	P66	492674	8640023
P31	488502	8636663	P67	492779	8640078
P32	488689	8636709	P68	492844	8640096
P33	488710	8636740	P69	492917	8640104
P34	488779	8636770	P70	493042	8640058
P35	488820	8636900	P71	493166	8639999
P36	488970	8636900			
Superficie (ha) 1733.964 ha					

Fuente: Elaboración propia

E. Accesibilidad

Tabla 4

Rutas o vías terrestres o fluviales a la concesión de castaña concedida por el Estado

Punto de Referencia		Distancia aproximada (Km)	Tiempo (Minutos)	Medio de transporte	Época/Periodo
Puerto Maldonado	Comunidad Sudadero	– 22.5	30	Terrestre (automóvil)	Todo el año
Comunidad Sudadero	– Área Concesión	09	20	Motocicleta	Todo el año

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5
Rutas o vías de acceso al área de la UMF

Punto de Referencia	Distancia aproximada (Km)	Tiempo (Minutos)	Medio de transporte	Época/Periodo
Área de la concesión – área de manejo	2	20	A pie	Todo el año

Fuente: Elaboración propia

F. Principales unidades fisiográficas en el área.

Tabla 6
Principales unidades fisiográficas en el área

Unidades fisiográficas	Área (ha)	%
Terrazas altas ligeramente disectadas	1733.964	100
Total, UMF	1733.964	100

Fuente: Elaboración propia

Nota: Esta unidad fisiográfica corresponde a las establecidas en la propuesta de zonificación ecológico-económica de la provincia de Tahuamanu de la Región Madre de Dios .

G. Terrazas altas ligeramente disectada

Cubre una extensión aproximada de 1,185,494 hectáreas, lo que equivale al 13.92% del área total evaluada. Esta unidad corresponde a la fase inicial de disectación, caracterizada por una topografía mayormente plana a ligeramente inclinada. Presenta disecciones con pendientes de 15 a 25%, resultando en cauces poco profundos y ampliamente espaciados entre sí. Esto determina que las áreas ubicadas entre los cauces sean predominantemente planas, homogéneas y con niveles de erosión escasos o nulos.

La composición de esta unidad se compone de sedimentos finos poco consolidados de origen aluvial antiguo. Es evidente la lixiviación y el desplazamiento de arcillas desde las capas superficiales hacia las capas más profundas, con la formación, en algunos casos, de pequeños nódulos ferromagnesianos. Estas unidades se encuentran localizadas en los sectores central y

oriental de la zona de estudio, y algunas localidades asentadas sobre ellas incluyen Puerto Maldonado, Bellavista, Alegría y Palma Real.

Esta unidad territorial engloba una extensión aproximada de 527,050 hectáreas, lo que constituye el 6.19% del área total sujeta a evaluación.

Estas áreas comparten las mismas características morfológicas, litológicas e historia geológica que la unidad previamente mencionada. No obstante, se distinguen por tener una densidad de disecciones ligeramente más intensa, con pendientes que oscilan entre el 25% y el 50%. Como resultado de esta mayor intensidad, se generan cauces de mayor profundidad o pequeñas quebradas, con una longitud superior y una distribución menos espaciada entre ellas. Este fenómeno conlleva a que las áreas planas sean más reducidas y muestren cierto grado de erosión.

H. Bosque de Terraza Media

Los bosques de terraza media son áreas relativamente planas con una ligera pendiente y vegetación de vigor medio. Se encuentran a alturas de 10 a 30 metros sobre el nivel del río, con drenaje de bueno a imperfecto. Tienen una topografía plana con un dosel heterogéneo y un estrato superior uniforme compuesto por árboles de copas grandes y pequeñas. Estos bosques se sitúan entre los bosques intervenidos y los de terraza baja, presentando tonalidades de verde claro a verde amarillento, textura de medio a rugoso y forma irregular. Están formados por sedimentos aluviales antiguos que evitan la inundación durante las crecientes de los ríos, con pendientes de 0-15% y una altura relativa de 5 a 10 metros sobre el nivel del río (Paima, 2012).

I. Zonas de vida

La zona de vida según Leslie Holdridge (1907-1999), en base a la estricta dependencia existente entre el clima y la vegetación, es que logró sacar conclusiones, al mismo tiempo, sobre la vida animal, el hombre y sus actividades productivas en una determinada zona de vida, logrando una referencia para la ubicación de la presente concesión como **Bosque Húmedo Tropical**

3.1.3 Materiales, Herramientas y Equipos

a) Materiales

- Cintas de agua (diferentes colores).
- Plumón y marcador indeleble.
- Bolsas plásticas.
- Libretas de campo.
- Materiales de escritorio (papelería en general).
- Mapa de ubicación del área.
- Impermeables.
- Formatos de campo para toma de datos.

b) Equipos

- Computadora.
- Calculadora.
- Impresora.
- 1 Receptor GPS (Garmin map 62s).
- 1 brújula (Brunton. Modelo INTERNATIONAL F-506-030).
- 1 cámara fotográfica digital (Sony Corp. Modelo N° DSC-S730).

c) Herramientas

- Machetes.
- Wincha.
- Tijera podadora

d) Programas

- ArcGis versión 10.2.
- Microsoft Office Word 2010.
- Microsoft Office Excel 2010.

3.2 Metodología

3.2.1 Tipo de diseño de la investigación

La investigación es descriptiva porque su interés se centró en describir las características del problema, por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables. (Hernández, Fernández, Baptista y 2010), así

mismo permitió analizar el comportamiento de los valores obtenidos en el estudio.

3.2.2 Tamaño, Forma y Diseño de la parcela

A. Tamaño de parcela

En la actualidad, hay una escasez de información disponible sobre el tamaño necesario de las muestras para que sean representativas de los procesos dinámicos presentes en un tipo específico de bosque, particularmente en lo que respecta a las diferentes fases de su desarrollo. Al abordar esta cuestión en la selva amazónica del Perú, Marmillod (1982) logró obtener los siguientes resultados:

- ✓ Para un límite inferior de medición de 10 cm de DAP, la superficie mínima de muestreo, que garantice representatividad para el total del rodal, no debería ser inferior a 1 hectárea.
- ✓ En el estudio de la dinámica del bosque, se establece que la unidad mínima continua de muestra debe ser de 1 hectárea.
- ✓ Para obtener una imagen completa de la composición florística, de la estructura de todo el bosque, del comportamiento ecológico y biocenótico de las especies arbóreas, así como de los procesos de desarrollo y regeneración, se requiere para el muestreo por lo menos un área de 3 a 5 ha (UNESCO, 1980; Whitmore, 1991; Melo et al., 1997; Melo, 2000).

El tamaño de la unidad de muestreo es de la siguiente forma, según la metodología de (FAO et al. 2014):

- ✓ Muestreo árboles, superficie cuadrada de $50 \times 20 = 1000 \text{ m}^2$ ó 0.1 ha.
- ✓ Muestreo fustales, superficie cuadrada de $25 \times 20 \text{ m} = 500 \text{ m}^2$ ó 0.05 ha.

- ✓ Muestreo Latizal bajo y alto, superficie cuadrada de $10 \times 10 \text{ m} = 100 \text{ m}^2$ ó 0.01 ha .
- ✓ Muestreo brinzal, superficie circular de $r = 2.8 \text{ m} = 25 \text{ m}^2$ ó 0.0025 ha .

B. Forma de la parcela

En la mayoría de los casos, el muestreo se realizó en parcelas rectangulares o cuadradas. En relación con las parcelas cuadradas, las dimensiones han experimentado variaciones significativas, siendo esto dependiente del tipo de investigación y de los objetivos planteados. No obstante, las unidades de muestreo cuadradas mencionadas con frecuencia en la literatura abarcan superficies de 100 m^2 ($10 \times 10 \text{ m}$), 400 m^2 ($20 \times 20 \text{ m}$), 625 m^2 ($25 \times 25 \text{ m}$) y 2500 m^2 ($50 \times 50 \text{ m}$). Unidades de muestreo de tamaño superior, corresponden a parcelas cuadradas de $1,0 \text{ ha}$ y 25 ha (UNESCO, 1980; Lamprecht, 1990; Melo, 1996; Sánchez & Velásquez, 1997).

En estudios realizados anteriormente, se ha demostrado que la forma de unidad de muestreo rectangular es más eficiente para la evaluación de bosques tropicales de alta variabilidad. En este caso la unidad de muestreo a evaluar tiene la forma de un rectángulo $20 \times 50 \text{ m}$.

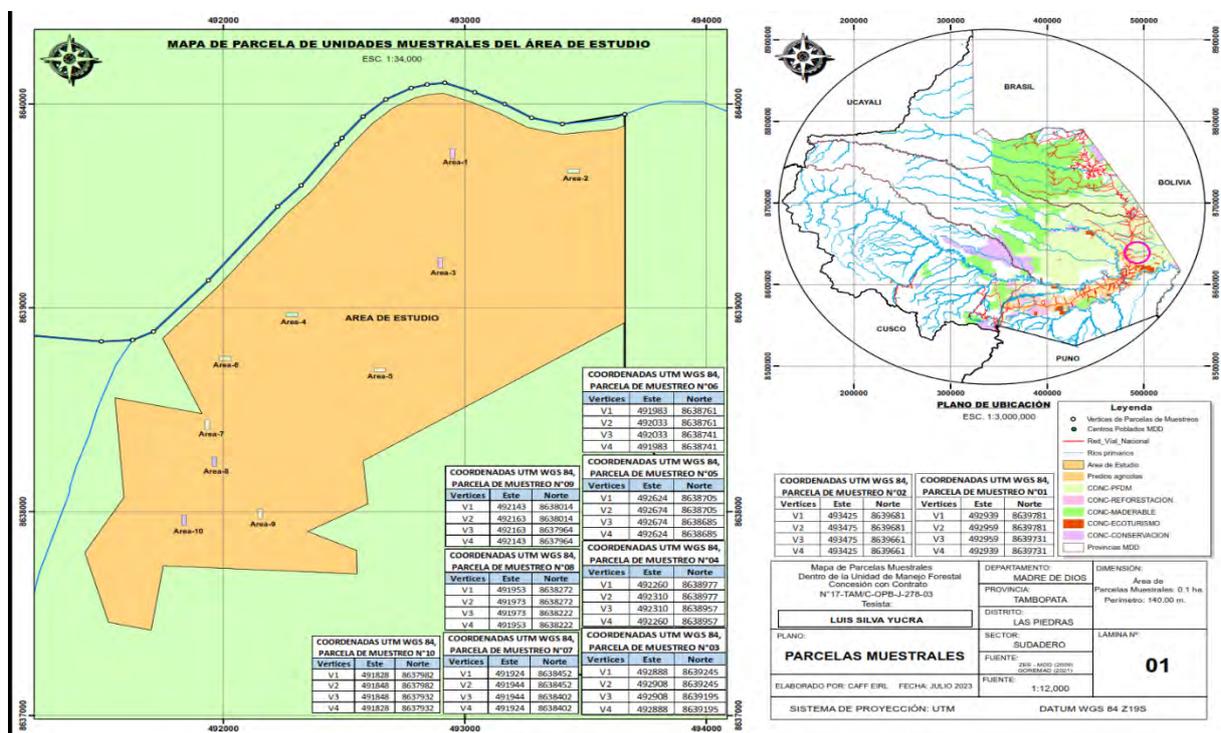
C. Diseño y distribución de parcelas

Dado las características ecológicas del área de estudio, de acuerdo a Zonificación Ecológica y Económica del Departamento de Madre de Dios realizados por el GOREMAD/IIAP (2008), corresponden a un bosque de terraza alta.

Para evaluar la abundancia de la regeneración natural se establecieron parcelas, donde la muestra estuvo constituida por 10 parcelas de $20 \text{ m} \times 50 \text{ m}$ que será distribuida al azar tanto en el área intervenida y aun no intervenida por la extracción de madera haciendo un total

de 10 parcelas. Estratégicamente se utilizó este diseño con la finalidad que las muestras cubran el área de estudio de la Concesión de Castaña.

Figura 3
Mapa de diseño de las parcelas de muestreo



Nota: El presente mapa de ubicación de las parcelas de muestreo, ha sido diseñado y adaptado para la georreferenciación del área de estudio.

3.2.3 Evaluación de la Regeneración Natural

A. Calidad de la Regeneración Natural

La calidad de las plantas guarda cierta relación con la vigorosidad de las mismas, influido por factores como suelo, luz, agua, calidad de sitio, etc., que relacionan de algún modo la estructura de la planta y la resistencia a factores adversos; se aplicó el criterio tomado por Hutchinson (1993),

B. Registro de la Regeneración Natural

En las parcelas se registraron todos los individuos encontrados de las especies seleccionadas, midiéndose los mismos de acuerdo a la clasificación de la regeneración natural de Sáenz y Finegan (2000). Se midieron las siguientes variables de cada individuo:

- Altura total

- Diámetro
- Calidad del árbol
- Fase de regeneración

La medición de la altura se llevó a cabo utilizando un clinómetro y un flexómetro para individuos con alturas comprendidas entre 0,30 m y 5 m. En el caso de árboles con una altura superior a 5 m, se estimó la altura empleando una vara de 3 m para aquellos con alturas menores a 20 m. La medición del DAP se realizó con un flexómetro y una regla vernier.

La apertura del dosel está condicionada por los disturbios y otros procesos dinámicos de cambio que experimenta un bosque específico. Se utilizaron las siguientes categorías para clasificar las aperturas de dosel:

1. **Dosel cerrado:** Área completamente cerrada que no presenta claro
2. **Claro pequeño:** Área del dosel abierta por un claro con un área $< 200 \text{ m}^2$
3. **Claro grande:** Área del dosel que se encuentra completamente abierta
Claro;
 200 m^2 (raramente superaron los 400 m).

La etapa de regeneración constituye un método indirecto para evaluar la cantidad de luz que alcanza a las plántulas o individuos, permitiendo así la clasificación del micrositio en el que se halla cada individuo. Permite esencialmente determinar la preferencia de micrositio de parte de la planta, para esto se utilizó las siguientes clases de apertura de dosel (Brokaw 1982).

1. **Fase madura:** Sitios con vegetación que forma un dosel con $> 10 \text{ m}$ de altura.
2. **Fase de reconstrucción:** Sitios con vegetación que tiene un dosel con $2 - 10 \text{ m}$ altura.
3. **Fase de claro:** Sitios con vegetación con una altura $< 2 \text{ m}$.

3.2.4 Tratamiento de datos

a. Cálculo del diámetro de la circunferencia de los Individuos

Para obtener el cálculo de diámetros de la circunferencia de los individuos de especies maderables se realizó de acuerdo a la siguiente formula:

$$D = \frac{C}{\pi}$$

Dónde:

D: Diámetro de la circunferencia de individuos presentes

C: Longitud de circunferencia de individuo presentes en los claros

Pi: 3.1416

b. Cálculo del área basal de los individuos

Para obtener el cálculo del área basal de los individuos de especies maderables identificados se realizó de acuerdo a la siguiente formula:

$$AB = 0.7854D^2$$

Dónde:

AB: Área basal de los individuos presentes en los claros

D²: Diámetro de los individuos presentes en los claros

0.7854: División de Pi entre 4.

c. Frecuencia

Frecuencia Absoluta (FA)

$$FA = \frac{\text{Número de puntos en que aparece la especie}}{\text{Total de puntos muestreados}}$$

Frecuencia relativa (FR)

$$FR = \frac{\text{Frecuencia Absoluta por especie} \times 100}{\text{Total de puntos muestreado}}$$

3.2.5 Variables e indicadores

A. Identificación de variables

Independiente:

- Bosque de manejo.

Dependiente:

- Regeneración natural.

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

Se realizó en la superficie de una **CONCESION PARA MANEJO Y APROVECHAMIENTO FORESTAL DE PRODUCTOS FORESTALES DIFERENTES A LA MADERA (CASTAÑA)** Contrato N° 17-TAM/C-OPB-J-278-03), con un total de 1733.964 has. Área dentro del cual se ha determinado 01 área de estudio.

Tabla 7

Descripción del área del lugar de estudio.

Bosques de Manejo Forestal – Concesión de Castaña	Área de estudio
Área con extracción de madera autorizado con Plan de Manejo Forestal Intermedio (PMFI)	300.011 ha
Área sin extracción de madera sin Planes de Manejo Forestales Intermedios (PMFI).	1419.313 ha
Área de conservación	14.64 ha
Área total de la concesión (población)	1733.964 ha

Fuente: Elaboración propia 2023

3.3.2 Muestra

El análisis de la regeneración natural se realizó mediante un muestreo aleatorio en un área con Plan de Manejo Forestal Intermedio (PMFI), considerando las necesidades de información del bosque. El margen de error permisible de muestreo considerado es del orden de 8% y al 95% de nivel de confianza.

Para el cálculo del tamaño de la muestra se utilizó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2(CV)^2}{E^2}$$

Dónde:

- n: Número de muestras.
- z: 1.96 (Valor en la tabla de la distribución normal estándar correspondiente a un nivel de confianza del 95%)
- CV: 26.3% (Tomada de: Aldana, (2011) no es % es 0.26.3
- E: Error de muestreo 8 %. (inventario detallado)

Tabla 8

Numero de parcelas

ÁREA DE ESTUDIO	CV %	Nº	Nº Muestras Totales	Área (ha)
Con Plan de Manejo Forestal Intermedio (PMFI)	26.3	112	112	300.011
Total, de parcelas a evaluar			10	300.011

Fuente: Elaboración propia 2023

3.3.3 Técnicas de Análisis de Datos

d. Fase Campo

1. Para la cuantificación la regeneración natural de las especies *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke. (Tornillo) y *Schizolobium* sp. (Pashaco), se empleó la siguiente técnica:

- ✓ Se instaló las parcelas distribuidas al azar.
- ✓ En cada parcela a evaluar se registró datos en brinzal, latizal bajo, latizal alto, fustal y árboles.
- ✓ Así mismo se evaluó la clase de regeneración natural (rebrote, semilla), calidad fitosanitaria de brinzal, latizal bajo, latizal alto, fustal y arboles: 1= Sin evidencias de ataques (aquellos sin problemas fitosanitarios a simple vista); 2= Hay evidencias

de ataques leves (aquellos con problemas fitosanitarios a simple vista) y, 3= Hay evidencias de ataques severos (condición fitosanitaria mala a simple vista) (Hutshinson 1991).

- ✓ Se utilizó una cinta métrica para tomar la altura total, desde el cuello de la raíz hasta el ápice caulinar, este procedimiento se realizó en brinzales, latizal bajo, latizal alto.
- ✓ Se utilizó un vernier para medir el DAP en latizal bajo y latizal alto.
- ✓ Se utilizó una cinta dimétrica para medir el DAP en fustales y árboles.
- ✓ La identificación de las especies en campo se realizó a través de un matero conocedor de las plantas, se recolectó muestras y se herborizaron.

2. Para determinar la relación de la calidad de especies (buenas, regulares y malas), se empleó la siguiente técnica:

- ✓ La calidad de las plantas en regeneración natural guarda cierta relación con la vigorosidad de las mismas, influido por factores como suelo, luz, agua, calidad de sitio, etc., que relacionan de algún modo la estructura de la planta y la resistencia a factores adversos; por lo que se aplicara los criterios señalados por (Torres, 1979), donde:
 - Bueno (B): Abundante follaje, color verde intenso de las hojas, fuste recto y apariencia sana de la planta.
 - Regular (R): Mediano follaje; color verde de las hojas, con presencia de color verde pálido y apariencia sana de la planta.
 - Malo (M): Poco follaje; color predominantemente verde amarillo de las hojas, fuste irregular y apariencia débil de la planta.

e. Fase Gabinete

3. Para el Análisis Comparativo

- ✓ Luego la información obtenida en campo se procesa en una base de datos.
- ✓ Para realizar el análisis estadístico se determinará el número de individuos de *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke. (Tornillo) y *Schizolobium* sp. (Pashaco), presente en el área muestreada (abundancia, frecuencia absoluta y relativa).
- ✓ Para la obtención de los mapas y la ubicación de las parcelas se utilizará el programa Arc Gis versión 10.2.

IV. RESULTADOS

4.1 Distribución y Abundancia de brinzales, latizales y fustales

Análisis de Frecuencias de Especies en Parcelas

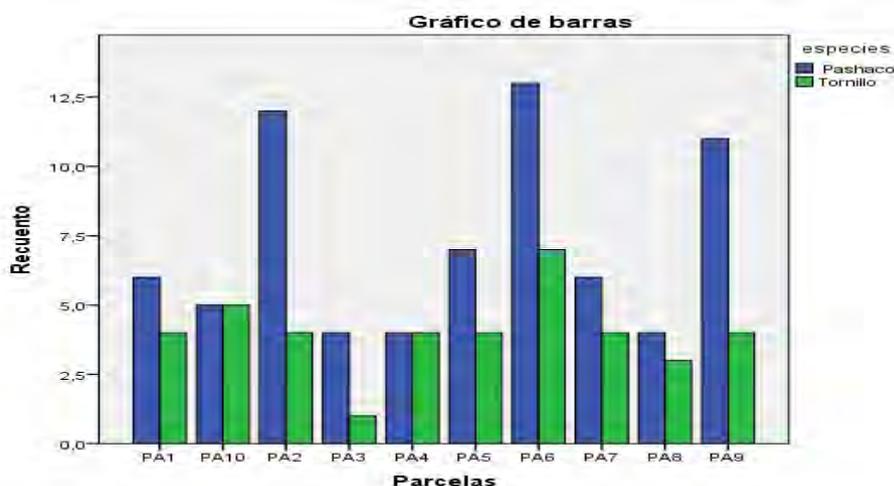
En este análisis, se examinaron las frecuencias de individuos de Tornillo (**Cedrelinga cateniformis**) y Pashaco (*Schizolobium* sp.) en diferentes parcelas numeradas del PA1 al PA10. Los resultados se resumen en la siguiente tabla, donde se muestran las frecuencias absolutas, los porcentajes correspondientes, y los porcentajes acumulados:

Tabla 9
Resultado de las frecuencias por especie en 10 parcelas

Parcelas	Parcelas			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
PA1	10	8.9	8.9	8.9
PA10	10	8.9	8.9	17.9
PA2	16	14.3	14.3	32.1
PA3	5	4.5	4.5	36.6
PA4	8	7.1	7.1	43.8
PA5	11	9.8	9.8	53.6
PA6	20	17.9	17.9	71.4
PA7	10	8.9	8.9	80.4
PA8	7	6.3	6.3	86.6
PA9	15	13.4	13.4	100.0
Total	112	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia 2023

Figura 4
Número de individuos por parcela



Fuente: Elaboración propia 2023

Interpretación de resultados:

- La frecuencia total de individuos de Tornillo y Pashaco en todas las parcelas es 112.
- La parcela PA6 tiene la frecuencia más alta con 20 individuos, representando el 17.9% del total.
- Las parcelas PA1, PA10 y PA7 tienen la misma frecuencia de 10 individuos, cada una representando el 8.9% del total.
- La parcela PA3 tiene la frecuencia más baja con solo 5 individuos, lo que representa el 4.5% del total.
- Los porcentajes acumulados muestran cómo se incrementa el porcentaje al considerar sucesivamente cada parcela. Por ejemplo, después de incluir PA2, el porcentaje acumulado es 32.1%, y al incluir PA6, alcanza el 71.4%.
- Estos resultados permiten identificar la distribución de individuos de Tornillo y Pashaco a través de las distintas parcelas, proporcionando una visión clara de la variabilidad y concentración de las especies en el área de estudio.

Este análisis es fundamental para entender la dispersión y concentración de las especies de Tornillo y Pashaco en el área de estudio, y ayuda a identificar parcelas con alta actividad o relevancia.

Análisis de Frecuencia por Especie

Este análisis muestra la distribución de individuos de las especies Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) y Pashaco (*Schizolobium* sp.) en las parcelas de estudio. Los resultados se presentan en la siguiente tabla, donde se indican las frecuencias absolutas, los porcentajes correspondientes, y los porcentajes acumulados.

Tabla 10
Resultado de las frecuencias por especie

Especies				
Especies	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Pashaco	72	64.3	64.3	64.3
Tornillo	40	35.7	35.7	100.0
Total	112	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia 2023

Interpretación de resultados:

- La frecuencia total de individuos de Tornillo y Pashaco es 112.
- Pashaco tiene una frecuencia de 72 individuos, lo que representa el 64.3% del total.
- Tornillo tiene una frecuencia de 40 individuos, que representa el 35.7% del total.
- El porcentaje acumulado para Pashaco es 64.3%, y al agregar Tornillo, el porcentaje acumulado llega al 100%.

Estos resultados indican que en las parcelas estudiadas, la especie Pashaco es más abundante que Tornillo, representando casi dos tercios del total de individuos registrados. Este análisis es crucial para comprender la composición específica del área de estudio y puede influir en las decisiones de manejo forestal y conservación.

Análisis de Clases Diamétricas

Este análisis presenta la distribución de individuos de Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) y Pashaco (*Schizolobium* sp.) en función de diferentes clases diamétricas. Los resultados se resumen en la siguiente tabla, donde se muestran las frecuencias absolutas, los porcentajes correspondientes, y los porcentajes acumulados:

Tabla 11
Resultado de las clases altimétricas de los Brinzales

Clase altimétrica Brinzal-altura (0.30 m alt. < 1.40 m alt).				
Clases altimétricas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	83	74.1	74.1	74.1
0.32	1	.9	.9	75.0
0.35	2	1.8	1.8	76.8

0.4	1	.9	.9	77.7
0.45	1	.9	.9	78.6
0.65	1	.9	.9	79.5
0.8	4	3.6	3.6	83.0
0.82	1	.9	.9	83.9
1	1	.9	.9	84.8
1.1	10	8.9	8.9	93.8
1.2	2	1.8	1.8	95.5
1.25	1	.9	.9	96.4
1.35	1	.9	.9	97.3
1.38	1	.9	.9	98.2
1.5	1	.9	.9	99.1
4	1	.9	.9	100.0
Total	112	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia 2023

Interpretación de los Resultados:

- La frecuencia total de individuos en las diferentes clases diamétricas es 112.
- La clase diamétrica de 83 tiene la frecuencia más alta con 0 individuos, representando el 74.1% del total.
- La clase diamétrica de 1.1 tiene una frecuencia de 10 individuos, representando el 8.9% del total.
- Las clases diamétricas 0.35 y 1.2 tienen cada una una frecuencia de 2 individuos, representando el 1.8% del total cada una.
- Todas las demás clases diamétricas tienen una frecuencia de 1 individuo, cada una representando el 0.9% del total.
- Los porcentajes acumulados indican cómo se incrementa el porcentaje al considerar sucesivamente cada clase diamétrica. Por ejemplo, después de incluir la clase 83, el porcentaje acumulado es 74.1%, y al agregar la clase 1.1, alcanza el 93.8%.

Este análisis es crucial para entender la estructura diamétrica de las especies de Tornillo y Pashaco en el área de estudio, proporcionando información valiosa para la gestión y conservación de estas especies.

Análisis de Clases Diamétricas del Latizal Bajo

Este análisis muestra la distribución de individuos de Tornillo y Pashaco en diferentes clases diamétricas del latizal bajo. Los resultados se resumen en la siguiente tabla, donde se muestran las frecuencias absolutas, los porcentajes correspondientes, y los porcentajes acumulados:

Tabla 12
Resultado de las clases diamétricas de los latizales bajos

Clase diamétrica Latizal bajo (DAP 1.50 m alt - 4.9 cm DAP)				
Clases diamétricas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	78	69.6	69.6	69.6
14.88	1	0.9	0.9	70.5
2.1	1	0.9	0.9	71.4
2.5	1	0.9	0.9	72.3
3	8	7.1	7.1	79.5
3.15	1	0.9	0.9	80.4
3.9	1	0.9	0.9	81.3
4	6	5.4	5.4	86.6
4.1	1	0.9	0.9	87.5
4.35	1	0.9	0.9	88.4
4.88	13	11.6	11.6	100.0
Total	112	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia 2023

Interpretación de los Resultados:

- La frecuencia total de individuos en las diferentes clases diamétricas del latizal bajo es 112.
- La clase diamétrica de 78 tiene la frecuencia más alta con 0 individuos, representando el 69.6% del total.
- La clase diamétrica de 4.88 tiene una frecuencia de 13 individuos, representando el 11.6% del total.
- La clase diamétrica de 3 tiene una frecuencia de 8 individuos, representando el 7.1% del total.

- Las demás clases diamétricas (14.88, 2.1, 2.5, 3.15, 3.9, 4, 4.1, 4.35) tienen frecuencias menores, cada una representando entre 0.9% y 5.4% del total.
- Los porcentajes acumulados muestran cómo se incrementa el porcentaje al considerar sucesivamente cada clase diamétrica. Por ejemplo, después de incluir la clase 78, el porcentaje acumulado es 69.6%, y al agregar la clase 4.88, alcanza el 100%.

Este análisis proporciona una visión detallada de la estructura diamétrica del latizal bajo de las especies de Tornillo y Pashaco, esencial para la gestión y conservación de estas especies en el área de estudio.

Análisis de Clases Diamétricas del Latizal Alto

Este análisis muestra la distribución de individuos de Tornillo y Pashaco en diferentes clases diamétricas del latizal alto. Los resultados se resumen en la siguiente tabla, donde se indican las frecuencias absolutas, los porcentajes correspondientes y los porcentajes acumulados:

Tabla 13
Resultado de las clases diamétricas de los latizales altos

Clase diamétrica Latizal alto (cm DAP - 9.9 cm DAP)				
Clases diamétricas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	85	75.9	75.9	75.9
5.1	1	.9	.9	76.8
6.15	2	1.8	1.8	78.6
6.25	1	.9	.9	79.5
6.3	1	.9	.9	80.4
6.7	6	5.4	5.4	85.7
7	1	.9	.9	86.6
7.1	1	.9	.9	87.5
7.15	9	8.0	8.0	95.5
7.2	1	.9	.9	96.4
8.1	1	.9	.9	97.3
9	2	1.8	1.8	99.1
9.7	1	.9	.9	100.0
Total	112	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia 2023

Interpretación de los Resultados:

- La frecuencia total de individuos en las diferentes clases diamétricas del latizal alto es 112.
- La clase diamétrica de 85 tiene la frecuencia más alta con 0 individuos, representando el 75.9% del total.
- La clase diamétrica de 7.15 tiene una frecuencia de 9 individuos, representando el 8.0% del total.
- La clase diamétrica de 6.7 tiene una frecuencia de 6 individuos, representando el 5.4% del total.
- Las clases diamétricas 6.15 y 9 tienen cada una una frecuencia de 2 individuos, representando el 1.8% del total cada una.
- Todas las demás clases diamétricas (5.1, 6.25, 6.3, 7, 7.1, 7.2, 8.1, 9.7) tienen frecuencias de 1 individuo, cada una representando el 0.9% del total.
- Los porcentajes acumulados muestran cómo se incrementa el porcentaje al considerar sucesivamente cada clase diamétrica. Por ejemplo, después de incluir la clase 85, el porcentaje acumulado es 75.9%, y al agregar la clase 7.15, alcanza el 95.5%.

Este análisis es fundamental para entender la estructura diamétrica del latizal alto de las especies de Tornillo y Pashaco, proporcionando información clave para la gestión y conservación de estas especies en el área de estudio.

Análisis de Clases Diamétricas de los Fustales

Este análisis muestra la distribución de individuos de Tornillo y Pashaco en diferentes clases diamétricas de los fustales. Los resultados se resumen en la siguiente tabla, donde se indican las frecuencias absolutas, los porcentajes correspondientes y los porcentajes acumulados:

Tabla 14
Resultado de las clases diamétricas de los fustales

Clases diamétricas	Clase diamétrica Fustal (10 cm DAP – 19.9 cm DAP)			
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
	90	80.4	80.4	80.4
12	1	.9	.9	81.3
1	1	.9	.9	82.1
11	3	2.7	2.7	88.4
11	3	2.7	2.7	85.7
11	1	.9	.9	83.0
12	2	1.8	1.8	91.1
12	1	.9	.9	89.3
15	6	5.4	5.4	98.2
15	1	.9	.9	92.9
15	1	.9	.9	92.0
17	1	.9	.9	99.1
18	1	.9	.9	100.0
Total	112	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia 2023

Interpretación de los Resultados:

- La frecuencia total de individuos en las diferentes clases diamétricas de los fustales es 112.
- La clase diamétrica de 90 tiene la frecuencia más alta con 0 individuos, representando el 80.4% del total.
- La clase diamétrica de 15 tiene una frecuencia de 6 individuos, representando el 5.4% del total.
- Las clases diamétricas 11 y 12 tienen frecuencias de 3 y 2 individuos, respectivamente, representando el 2.7% y el 1.8% del total.
- Todas las demás clases diamétricas (1, 17, 18) tienen frecuencias de 1 individuo, cada una representando el 0.9% del total.
- Los porcentajes acumulados muestran cómo se incrementa el porcentaje al considerar sucesivamente cada clase diamétrica. Por ejemplo, después de incluir la clase 90, el porcentaje acumulado es 80.4%, y al agregar la clase 15, alcanza el 98.2%.

Este análisis es fundamental para entender la estructura diamétrica de los fustales de las especies de Tornillo y Pashaco, proporcionando información clave para la gestión y conservación de estas especies en el área de estudio.

4.2 Calidad del Arbol, Clase de Arbol, Características del Fuste y Forma de Copa.

Análisis de frecuencias de las Clases de Árbol

Este análisis muestra la distribución de individuos de Tornillo y Pashaco en diferentes clases de árbol. Los resultados se resumen en la siguiente tabla, donde se indican las frecuencias absolutas, los porcentajes correspondientes y los porcentajes acumulados:

Tabla 15
Resultados de las frecuencias de la clase de árbol

Clase de Árbol				
Clases de árbol	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Clase de arbol 1	52	46.4	46.4	46.4
Clase de arbol 2	55	49.1	49.1	95.5
Clase de arbol 3	5	4.5	4.5	100.0
Total	112	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia 2023

Interpretación de los Resultados:

- La frecuencia total de individuos en las diferentes clases de árbol es 112.
- La Clase de árbol 1 tiene una frecuencia de 52 individuos, representando el 46.4% del total.
- La Clase de árbol 2 tiene una frecuencia de 55 individuos, representando el 49.1% del total.
- La Clase de árbol 3 tiene una frecuencia de 5 individuos, representando el 4.5% del total.

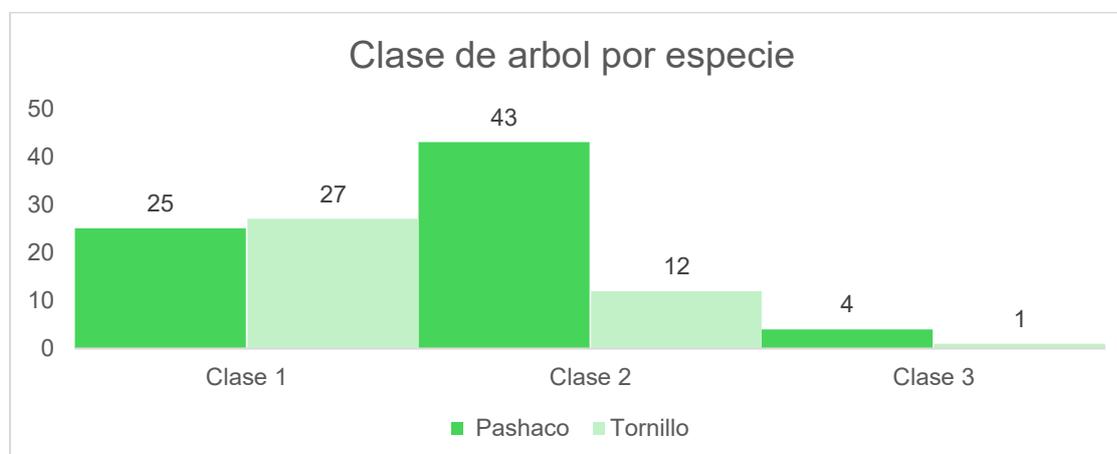
- Los porcentajes acumulados muestran cómo se incrementa el porcentaje al considerar sucesivamente cada clase de árbol. Por ejemplo, después de incluir la Clase de árbol 1, el porcentaje acumulado es 46.4%, y al agregar la Clase de árbol 2, alcanza el 95.5%, finalizando con la Clase de árbol 3 que completa el 100%.

Tabla 16
Distribución de Individuos por Clase de Árbol y Especie

Especie	Clase de árbol			T.G
	Clase 1	Clase 2	Clase 3	
Pashaco	25	43	4	72
Tornillo	27	12	1	40
T.G	52	55	5	112

Fuente: Elaboracion propia 2023

Figura 5
Clase de árbol por especie



Fuente:Elaboracion propia 2023

La tabla y la figura presenta la distribución de individuos de dos especies, Pashaco y Tornillo, en tres clases de árbol. Además, se incluye el total general (T.G) de individuos por clase de árbol y por especie.

Interpretación de los Resultados:

1. Totales Generales (T.G):

- En total, se registraron 112 individuos de las dos especies en las tres clases de árbol.

- De los 112 individuos, 72 son de la especie Pashaco y 40 son de la especie Tornillo.

2. Distribución por Clases de Árbol:

- **Clase 1:**
 - Pashaco: 25 individuos.
 - Tornillo: 27 individuos.
 - Total en Clase 1: 52 individuos.
- **Clase 2:**
 - Pashaco: 43 individuos.
 - Tornillo: 12 individuos.
 - Total en Clase 2: 55 individuos.
- **Clase 3:**
 - Pashaco: 4 individuos.
 - Tornillo: 1 individuo.
 - Total en Clase 3: 5 individuos.

Análisis de Características del Fuste

Este análisis muestra la distribución de características del fuste en tres categorías diferentes. Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Figura 6
Resultados de las características del fuste

Características del Fuste					
Características del fuste	del	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Características fuste 1	de	48	42.9	42.9	42.9
Características fuste 2	de	49	43.8	43.8	86.6
Características fuste 3	de	15	13.4	13.4	100.0
Total		112	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia 2023

Interpretación de los Resultados:

- La frecuencia total de individuos en las diferentes características del fuste es 112.
- Características de fuste 1 tiene una frecuencia de 48 individuos, representando el 42.9% del total.
- Características de fuste 2 tiene una frecuencia de 49 individuos, representando el 43.8% del total.
- Características de fuste 3 tiene una frecuencia de 15 individuos, representando el 13.4% del total.
- Los porcentajes acumulados muestran cómo se incrementa el porcentaje al considerar sucesivamente cada categoría de características del fuste. Después de incluir Características de fuste 1, el porcentaje acumulado es 42.9%, al agregar Características de fuste 2 alcanza el 86.7%, y finaliza con Características de fuste 3 completando el 100.0%.

Distribución de Individuos por Características del Fuste y Especie

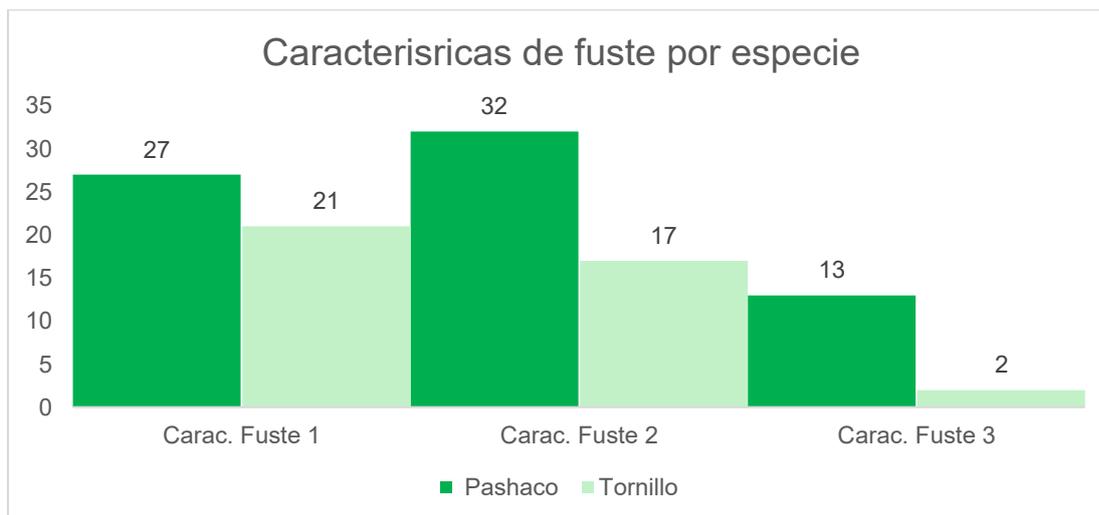
La tabla y la figura presenta la distribución de individuos de dos especies, Pashaco y Tornillo, según tres categorías de características del fuste. También incluye el total general (T.G) de individuos por cada categoría de característica del fuste y por especie.

Tabla 17
Característica de fuste por especie

Especie	Características del fuste			T.G
	Carac. Fuste 1	Carac. Fuste 2	Carac. Fuste 3	
Pashaco	27	32	13	72
Tornillo	21	17	2	40
T.G	48	49	15	112

Fuente: Elaboración Propia 2023

Figura 7
Característica de fuste por especie



Fuente: Elaboración propia 2023

Interpretación de los Resultados:

1. Totales Generales (T.G):

- En total, se registraron 112 individuos de las dos especies en las tres categorías de características del fuste.
- De los 112 individuos, 72 son de la especie Pashaco y 40 son de la especie Tornillo.

2. Distribución por Características del Fuste:

- **Carac. Fuste 1:**
 - Pashaco: 27 individuos.
 - Tornillo: 21 individuos.
 - Total en Carac. Fuste 1: 48 individuos.
- **Carac. Fuste 2:**
 - Pashaco: 32 individuos.
 - Tornillo: 17 individuos.
 - Total en Carac. Fuste 2: 49 individuos.

- **Carac. Fuste 3:**
 - Pashaco: 13 individuos.
 - Tornillo: 2 individuos.
 - Total en Carac. Fuste 3: 15 individuos.

Análisis de Forma de Copa

Este análisis muestra la distribución de individuos según la forma de copa en cuatro categorías. Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 18
Análisis de frecuencia de la forma de copa

Forma de copa				
Forma de copa	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Forma de copa 1	58	51.8	51.8	51.8
Forma de copa 2	27	24.1	24.1	75.9
Forma de copa 3	13	11.6	11.6	87.5
Forma de copa 4	14	12.5	12.5	100.0
Total	112	100.0	100.0	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de los Resultados:

- La frecuencia total de individuos en las diferentes formas de copa es 112.
- Forma de copa 1 tiene una frecuencia de 58 individuos, representando el 51.8% del total.
- Forma de copa 2 tiene una frecuencia de 27 individuos, representando el 24.1% del total.
- Forma de copa 3 tiene una frecuencia de 13 individuos, representando el 11.6% del total.

- Forma de copa 4 tiene una frecuencia de 14 individuos, representando el 12.5% del total.
- Los porcentajes acumulados muestran cómo se incrementa el porcentaje al considerar sucesivamente cada categoría de forma de copa. Después de incluir Forma de copa 1, el porcentaje acumulado es 51.8%, al agregar Forma de copa 2 alcanza el 75.9%, luego la Forma de copa 3 llega al 87.5%, y finaliza con la Forma de copa 4 completando el 100.0%.

Este análisis proporciona información detallada sobre la distribución de las formas de copa entre los individuos del estudio.

Distribución de Individuos por Forma de Copa y Especie

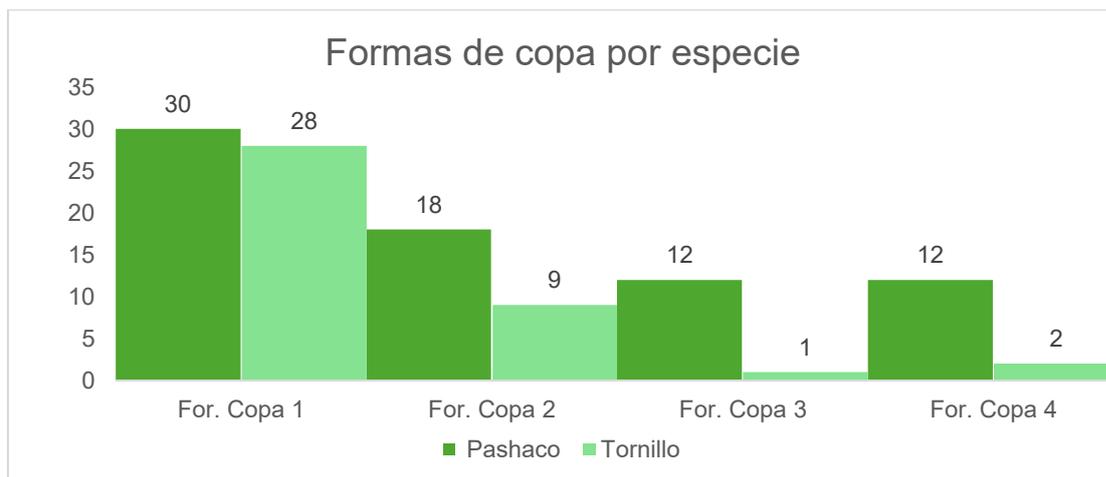
La tabla y la figura presenta la distribución de individuos de dos especies, Pashaco y Tornillo, según cuatro categorías de forma de copa. También incluye el total general (T.G) de individuos por cada categoría de forma de copa y por especie.

Tabla 19
Distribución de Individuos por Forma de Copa y Especie

Especie	Forma de copa				T.G
	For. Copa 1	For. Copa 2	For. Copa 3	For. Copa 4	
Pashaco	30	18	12	12	2
Tornillo	28	9	1	2	40
T.G	58	27	13	14	112

Fuente: Elaboración propia 2023

Figura 8
Forma de copa por especie



Fuente: Elaboración propia 2023

Interpretación de los Resultados:

1. Totales Generales (T.G):

- En total, se registraron 112 individuos de las dos especies en las cuatro categorías de forma de copa.
- De los 112 individuos, 72 son de la especie Pashaco y 40 son de la especie Tornillo.

2. Distribución por Forma de Copa:

- **For. Copa 1:**
 - Pashaco: 30 individuos.
 - Tornillo: 28 individuos.
 - Total en For. Copa 1: 58 individuos.
- **For. Copa 2:**
 - Pashaco: 18 individuos.
 - Tornillo: 9 individuos.
 - Total en For. Copa 2: 27 individuos.

- **For. Copa 3:**
 - Pashaco: 12 individuos.
 - Tornillo: 1 individuo.
 - Total en For. Copa 3: 13 individuos.
- **For. Copa 4:**
 - Pashaco: 12 individuos.
 - Tornillo: 2 individuos.
 - Total en For. Copa 4: 14 individuos.

Análisis de Chi Cuadrado de Pearson y Razón de Verosimilitud para Individuos de Pashaco (*Schyzolobium* sp.) y Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) en 10 Parcelas

Tabla 20

Resultados de Chi Cuadrado de Pearson y Razón de Verosimilitud para Individuos de Pashaco y Tornillo en 10 Parcelas

Pruebas de chi-cuadrado			
Prueba	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	de 3,795 ¹	9	.924
Razón de verosimilitud	de 3.844	9	.921
N de casos válidos	112		

Fuente: Elaboración propia 2023

Interpretación de los Resultados:

- Chi-cuadrado de Pearson: El valor obtenido es 3.795 con 9 grados de libertad, y la significación asintótica (bilateral) es .924. Esto indica que no hay evidencia significativa para rechazar la hipótesis nula de que no hay diferencia significativa entre la distribución observada y la esperada de individuos de Pashaco y Tornillo en las parcelas evaluadas.

¹ 9 casillas (45,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,79.

- Razón de Verosimilitud: El valor obtenido es 3.844 con 9 grados de libertad, y la significación asintótica (bilateral) es .921. Al igual que el chi-cuadrado de Pearson, este resultado sugiere que no hay diferencia significativa entre la distribución observada y la esperada de individuos entre las dos especies.
- N de casos válidos: Se evaluaron un total de 112 individuos en las 10 parcelas.

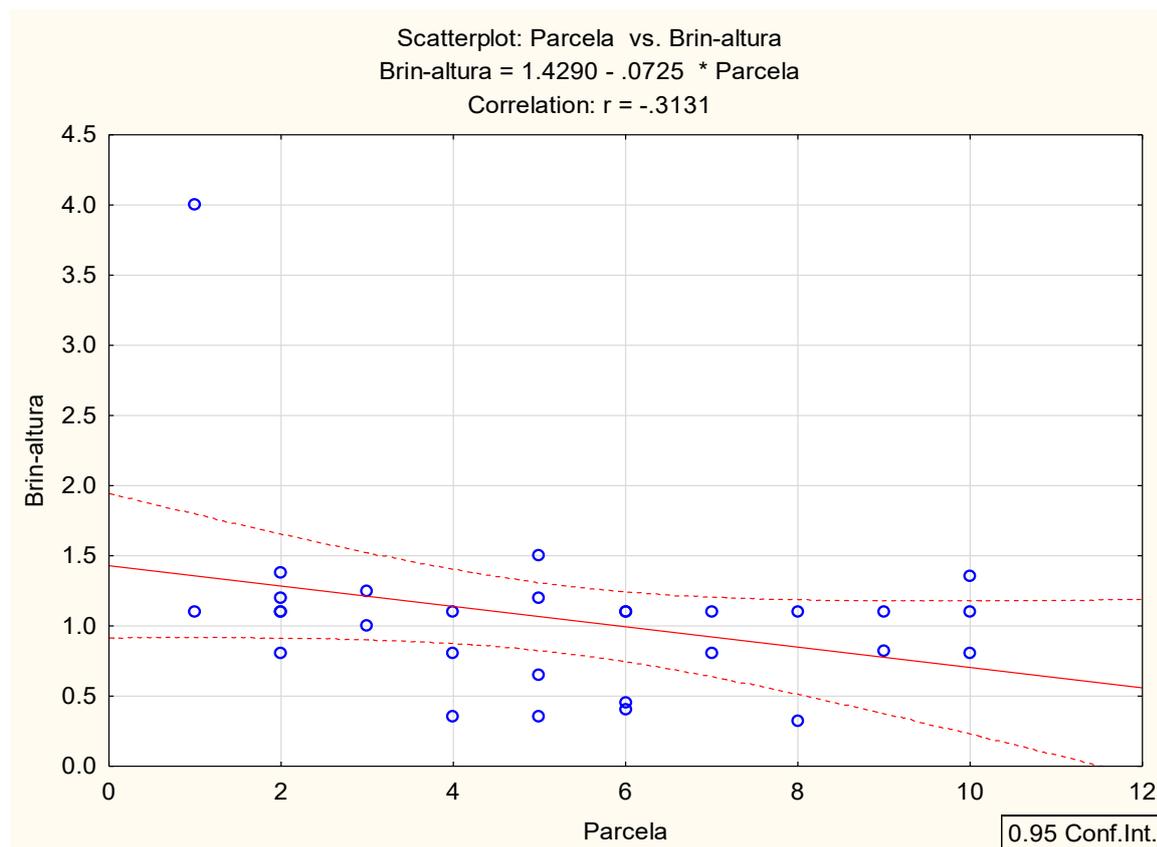
Además, se menciona que 9 casillas (45.0%) tuvieron un recuento esperado menor que 5, con un recuento mínimo esperado de 1.79.

Estos resultados indican que no se encontraron diferencias significativas en la distribución de individuos de Pashaco y Tornillo entre las parcelas evaluadas, según los análisis de chi cuadrado de Pearson y razón de verosimilitud

Análisis del Scatterplot: Parcelas vs. Altura del Brinzal

El estudio realizado en campo tuvo como objetivo evaluar la regeneración natural de las especies Pashaco (*Schyzolobium* sp.) y Tornillo (*Cedrelinga cateniformis*) en 10 parcelas. Dentro de estas parcelas, se evaluó la altura del brinzal de ambas especies para determinar su abundancia y distribución.

Figura 9
Análisis del Scatterplot: Parcelas vs. Altura del Brinzal



Fuente: Elaboración propia 2023

Interpretación de datos

Modelo de Regresión Lineal: La ecuación del modelo ajustado es $\text{Altura del Brinzal} = 1.4290 - 0.0725 \times \text{Parcelas}$.

Correlación (r): Se obtuvo un coeficiente de correlación $r = -0.3131$. Esta correlación negativa moderada sugiere que existe una relación donde, a medida que aumenta el número de parcelas evaluadas, la altura del brinzal tiende a disminuir para las especies de Pashaco y Tornillo.

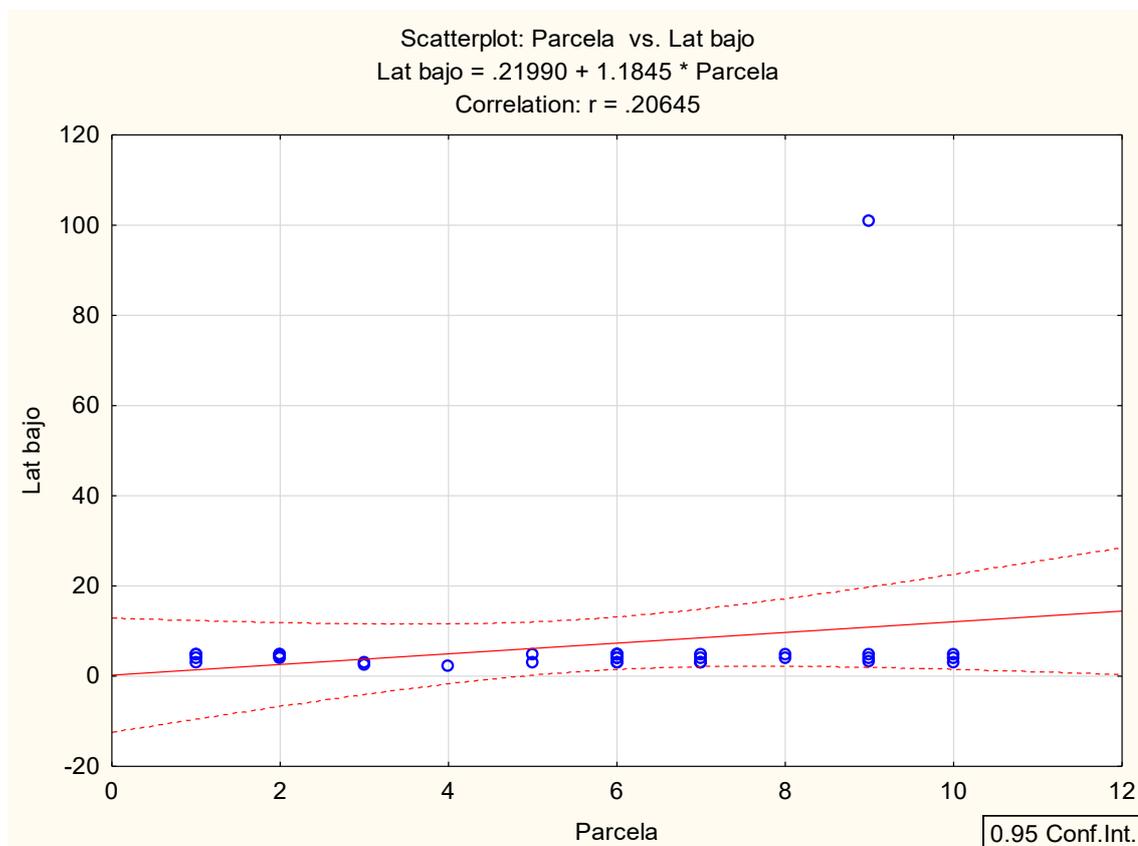
Este análisis proporciona información valiosa sobre cómo varía la altura del brinzal en relación con el número de parcelas evaluadas, específicamente para las especies de Pashaco y Tornillo en el estudio de regeneración natural.

Análisis del Scatterplot: Parcelas vs. Latizal Bajo

Se realizó un scatterplot para explorar la relación entre el número de parcelas y el latizal bajo. Los resultados del análisis muestran lo siguiente:

Figura 10

Análisis del Scatterplot: Parcelas vs. Latizal Bajo



Fuente: Elaboración propia 2023

- Modelo de Regresión Lineal: La ecuación del modelo ajustado es Latizal Bajo = $0.21990 + 1.1845 \times \text{Parcelas}$.
- Correlación (r): Se obtuvo un coeficiente de correlación $r=0.20645$. Esta correlación positiva sugiere que existe una relación donde, a medida que aumenta el número de parcelas evaluadas, también aumenta la presencia o la cantidad de latizal bajo en las áreas estudiadas.

Interpretación de los Resultados:

La correlación positiva indica que hay una tendencia donde el aumento en el número de parcelas se relaciona con un incremento en el latizal bajo, según el modelo de regresión ajustado ($\text{Latizal Bajo} = 0.21990 + 1.1845 \times \text{Parcelas}$).

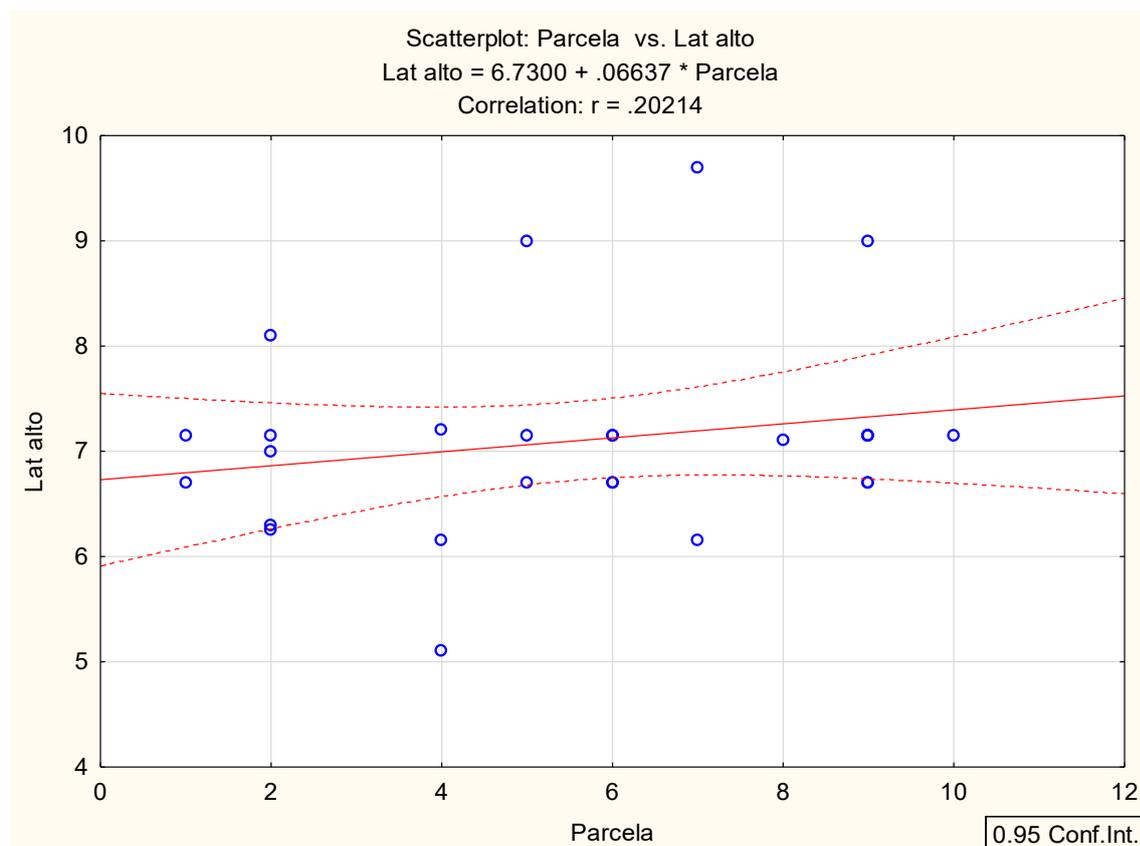
Este análisis proporciona información sobre cómo varía la presencia de latizal bajo en relación con el número de parcelas evaluadas en el estudio.

Análisis del Scatterplot: Parcelas vs. Latizal Alto

Se realizó un scatterplot para explorar la relación entre el número de parcelas y el latizal alto. Los resultados del análisis muestran lo siguiente:

Figura 11

Análisis del Scatterplot: Parcelas vs. Latizal Alto



Fuente: Elaboración propia 2023

- Modelo de Regresión Lineal: La ecuación del modelo ajustado es $\text{Latizal Alto} = 6.7300 + 0.06637 \times \text{Parcelas}$.
- Correlación (r): Se obtuvo un coeficiente de correlación $r=0.20214$. Esta correlación positiva sugiere que existe una relación donde, a medida que aumenta el número de parcelas evaluadas, también aumenta la presencia o la cantidad de latizal alto en las áreas estudiadas.

Interpretación de los Resultados:

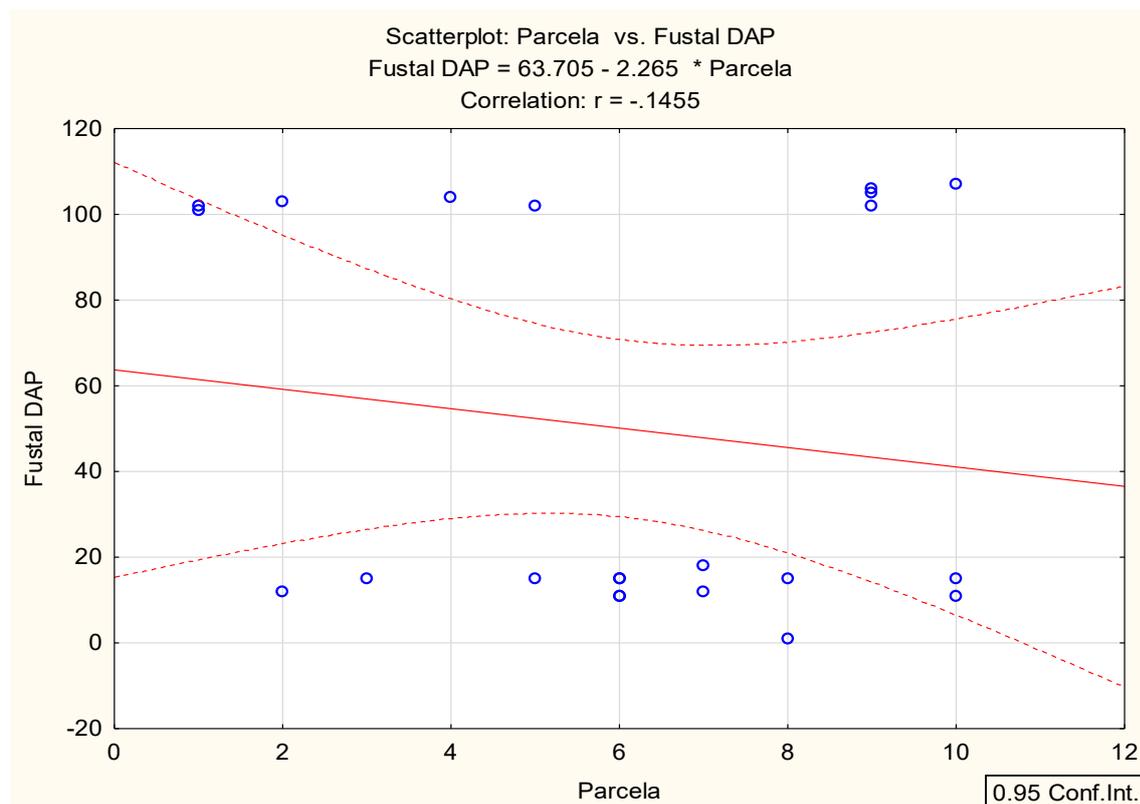
La correlación positiva indica que hay una tendencia donde el aumento en el número de parcelas se relaciona con un incremento en el latizal alto, según el modelo de regresión ajustado ($\text{Latizal Alto} = 6.7300 + 0.06637 \times \text{Parcelas}$).

Este análisis proporciona información sobre cómo varía la presencia de latizal alto en relación con el número de parcelas evaluadas en el estudio.

Análisis del Scatterplot: Parcelas vs. Fustal

Se realizó un scatterplot para explorar la relación entre el número de parcelas y el valor del Fustal. En este contexto, Fustal representa los individuos de las especies Tornillo y Pashaco que se encuentran en la categoría de fustales dentro de las 10 parcelas evaluadas. Los resultados del análisis son los siguientes:

Figura 12
Análisis del Scatterplot: Parcelas vs. Fustal



Fuente: Elaboración propia

- Modelo de Regresión Lineal: La ecuación del modelo ajustado es $Fustal = 63.705 - 2.265 \times Parcelas$.
- Correlación (r): Se obtuvo un coeficiente de correlación $r = -0.1455$. Esta correlación negativa sugiere que existe una relación donde, a medida que aumenta el número de parcelas evaluadas, tiende a disminuir el valor del Fustal en las áreas estudiadas para las especies Tornillo y Pashaco.

Interpretación de los Resultados:

La correlación negativa indica que hay una tendencia donde el aumento en el número de parcelas se relaciona con una disminución en el valor del Fustal, según el modelo de regresión ajustado ($Fustal = 63.705 - 2.265 \times Parcelas$). Esto podría implicar que la cantidad

Correlación (r): Se obtuvo un coeficiente de correlación $r = 0.20959$. Esta correlación positiva débil sugiere que, a medida que aumenta el DAP del fustal, existe una tendencia leve hacia clases de árbol numéricamente superiores.

Interpretación de los Resultados:

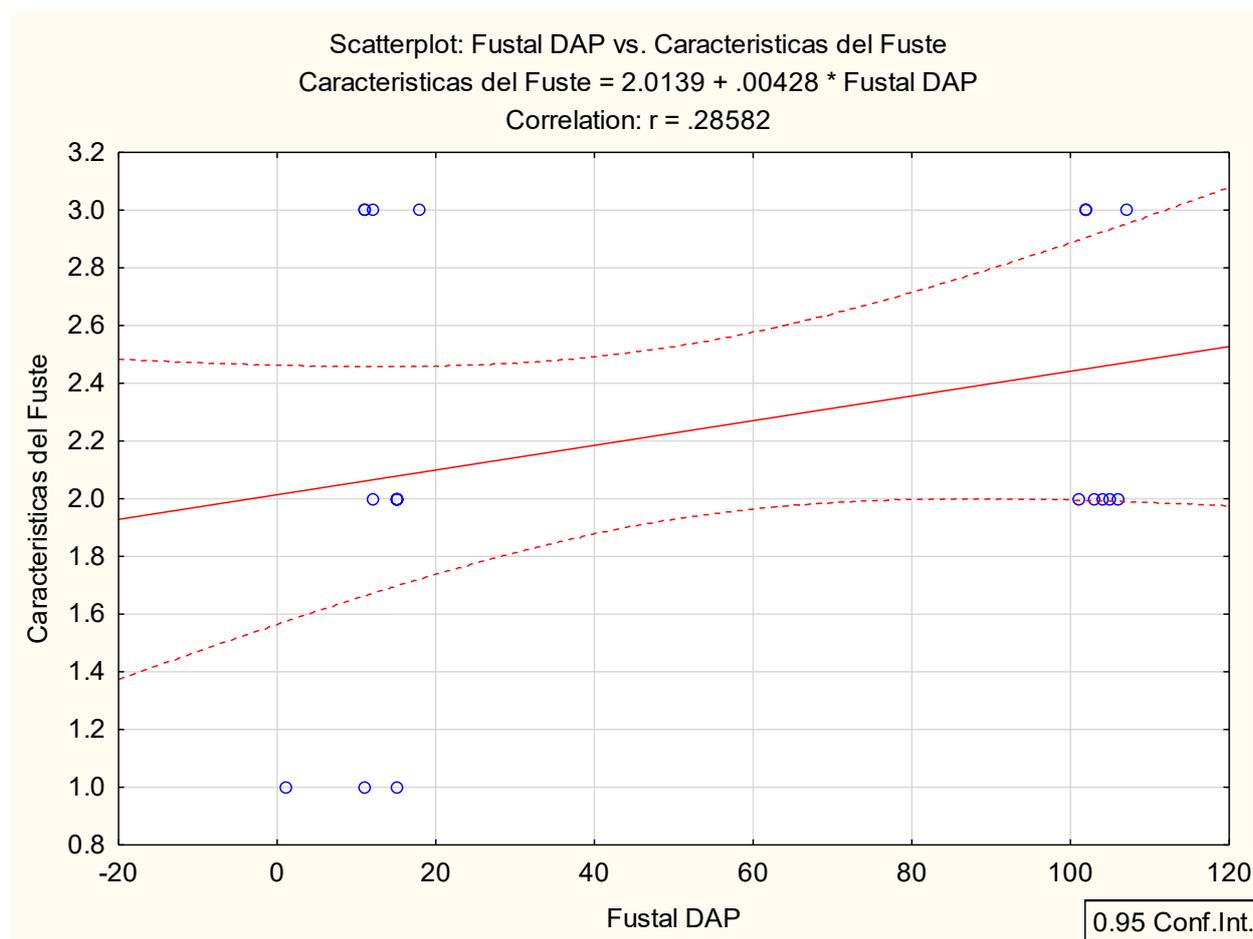
La correlación positiva débil indica que a medida que aumenta el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) del fustal, tiende a incrementarse la clase de árbol, aunque la relación no es muy fuerte ($r = 0.20959$). Esto sugiere que hay una tendencia leve de que los árboles con un DAP más grande puedan pertenecer a clases de árbol numéricamente superiores, según el modelo de regresión ajustado.

Análisis del Scatterplot: Fustal DAP vs. Características del Fuste

Se realizó un scatterplot para explorar la relación entre el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) del fustal y las características del fuste. Los resultados del análisis muestran lo siguiente:

Figura 14

Análisis del Scatterplot: Fustal DAP vs. Características del Fuste



Fuente: Elaboración propia 2023

- Modelo de Regresión Lineal: La ecuación del modelo ajustado es Características del Fuste = $2.0139 + 0.00428 \times \text{Fustal DAP}$.
- Correlación (r): Se obtuvo un coeficiente de correlación $r=0.28582$. Esta correlación positiva moderada sugiere que existe una relación donde, a medida que aumenta el DAP del fustal, tiende a observarse un incremento en las características del fuste.

Interpretación de los Resultados:

La correlación positiva moderada indica que a medida que aumenta el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) del fustal, se tiende a observar un aumento en las características del fuste, según el modelo de regresión ajustado ($\text{Características del Fuste} = 2.0139 + 0.00428 \times \text{Fustal DAP}$).

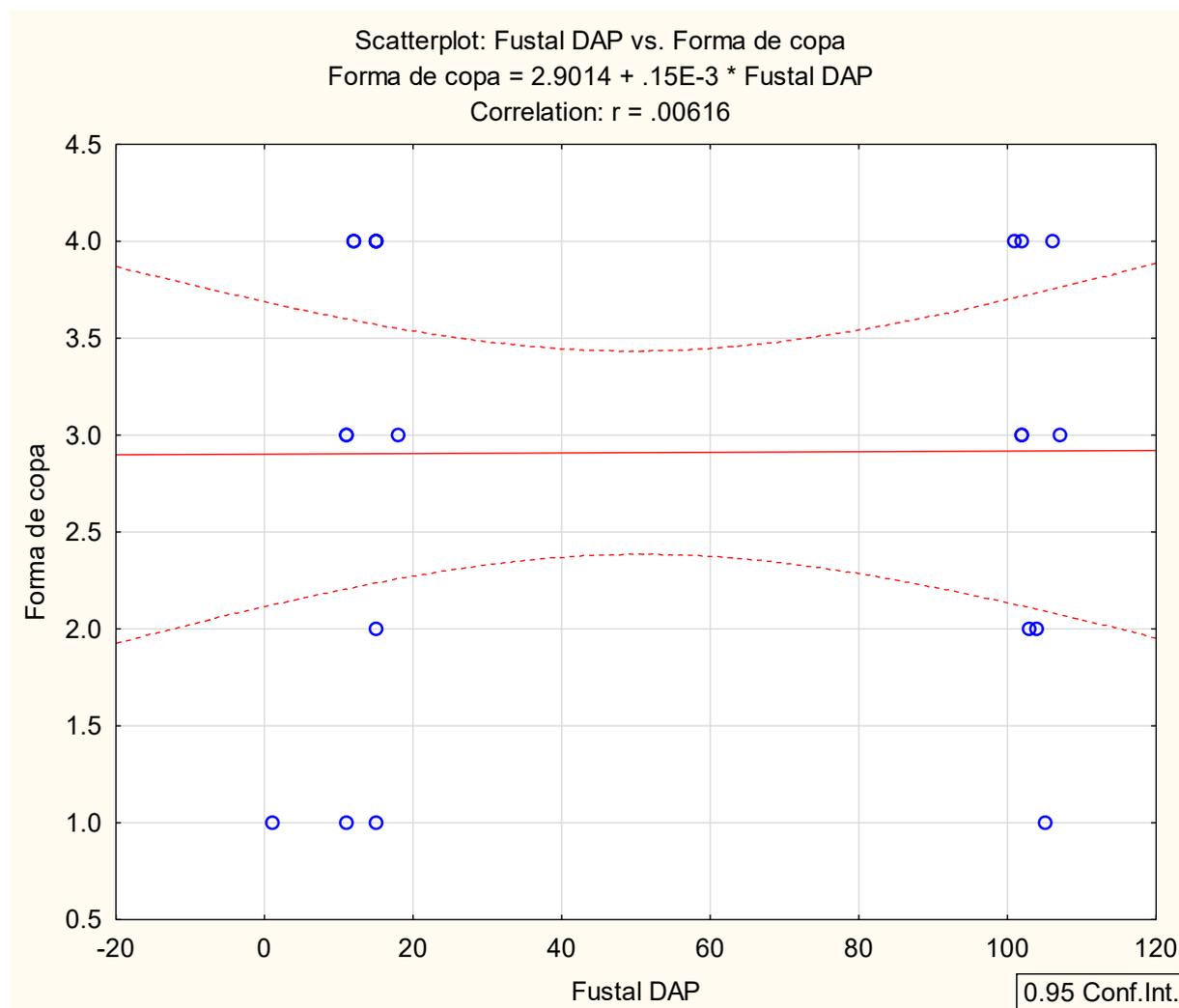
Este análisis proporciona información sobre cómo varían las características del fuste con respecto al DAP del fustal en tu estudio.

Análisis del Scatterplot: Fustal DAP vs. Forma de Copa

Se realizó un scatterplot para explorar la relación entre el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) del fustal y la forma de copa. Los resultados del análisis muestran lo siguiente:

Figura 15

Análisis del Scatterplot: Fustal DAP vs. Forma de Copa



Fuente: Elaboración propia 2023

- Modelo de Regresión Lineal: La ecuación del modelo ajustado es Forma de Copa = $2.9014 + 0.15E-3 \times \text{Fustal DAP}$.
- Correlación (r): Se obtuvo un coeficiente de correlación $r=0.00616$. Esta correlación es muy baja, lo que indica una relación insignificante o casi inexistente entre el DAP del fustal y la forma de copa.

Interpretación de los Resultados:

La correlación muy baja sugiere que no hay una relación significativa entre el Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) del fustal y la forma de copa de los árboles, según el modelo de regresión ajustado (Forma de Copa = $2.9014 + 0.15E-3 \times \text{Fustal DAP}$).

Este análisis indica que, en tu estudio, el DAP del fustal no parece influir de manera considerable en la forma de copa de los árboles analizados.

Tabla 21
Comparación de la Regeneración Natural entre los Dos Bosques de Manejo Forestal

Espe- cie	Clas- e 1	Clas- e 2	Clas- e 3	Cara c. Fuste 1	Cara c. Fuste 2	Cara c. Fuste 3	For. Cop a 1	For. Cop a 2	For. Cop a 3	For. Cop a 4	Tota l
Pashac o	25	43	4	27	32	13	30	18	12	12	72
Tornill o	27	12	1	21	17	2	28	9	1	2	40
Total	52	55	5	48	49	15	58	27	13	14	112

Fuente: Elaboración propia 2023

Tabla 22
Resultados de las Ecuaciones de Regresión y Coeficientes de Correlación

Relación	Ecuación de Regresión	Coefficiente de Correlación (r)
Parcelas vs. Altura del Brinzal	Brinzal Altura = $1.4290 - 0.0725 * \text{Parcelas}$	$r = -0.3131$
Parcelas vs. Latizal Bajo	Latizal Bajo = $0.21990 + 1.1845 * \text{Parcelas}$	$r = 0.20645$
Parcelas vs. Latizal Alto	Latizal Alto = $6.7300 + 0.06637 * \text{Parcelas}$	$r = 0.20214$
Parcelas vs. Fustal	Fustal = $63.705 - 2.265 * \text{Parcelas}$	$r = -0.1455$
Parcelas vs. Densidad	Densidad = $112 * 1 * \text{normal}(x; 5.5804; 2.859)$	-

Fuente: Elaboración propia 2023

Descripción de los Resultados

1. Parcelas vs. Altura del Brinzal:

- Ecuación: Brinzal Altura = $1.4290 - 0.0725 * \text{Parcelas}$

- Correlación: La correlación negativa ($r = -0.3131$) sugiere que al aumentar el número de parcelas, la altura de los brinzales tiende a disminuir. Esto podría indicar que en parcelas con mayor densidad de individuos, la competencia por recursos como luz y nutrientes es mayor, afectando el crecimiento en altura de los brinzales.

2. Parcelas vs. Latizal Bajo:

- Ecuación: $\text{Latizal Bajo} = 0.21990 + 1.1845 * \text{Parcelas}$
- Correlación: La correlación positiva ($r = 0.20645$) indica que al aumentar el número de parcelas, la cantidad de latizal bajo también tiende a aumentar. Esto sugiere una relación positiva entre el número de parcelas y la presencia de latizales bajos.

3. Parcelas vs. Latizal Alto:

- Ecuación: $\text{Latizal Alto} = 6.7300 + 0.06637 * \text{Parcelas}$
- Correlación: La correlación positiva ($r = 0.20214$) indica una relación positiva moderada entre el número de parcelas y la cantidad de latizales altos. A medida que aumentan las parcelas, también lo hace la presencia de latizales altos.

4. Parcelas vs. Fustal:

- Ecuación: $\text{Fustal} = 63.705 - 2.265 * \text{Parcelas}$
- Correlación: La correlación negativa ($r = -0.1455$) indica una ligera tendencia decreciente en el número de individuos en la categoría de fustales con el aumento del número de parcelas. Esto sugiere que la regeneración de individuos en la categoría de fustales podría estar afectada por la densidad de las parcelas, aunque la relación no es muy fuerte.

5. Parcelas vs. Densidad:

- Ecuación: Densidad = $112 * 1 * \text{normal}(x; 5.5804; 2.859)$
- Descripción: Esta fórmula describe la distribución normal de la densidad de individuos en las parcelas, con una media de 5.5804 y una desviación estándar de 2.859. Esta información es útil para comprender cómo varía la densidad de individuos de Tornillo y Pashaco en las parcelas estudiadas.

Descripción y Análisis:

I. Densidad por Parcela

- Media: 5.5804 individuos por parcela
- Desviación Estándar: 2.859

II. Estructura Poblacional Clases de Árbol

- **Pashaco:**
 - Clase 1: 25 individuos
 - Clase 2: 43 individuos
 - Clase 3: 4 individuos
- **Tornillo:**
 - Clase 1: 27 individuos
 - Clase 2: 12 individuos
 - Clase 3: 1 individuo

III. Características del Fuste

- **Pashaco:**
 - Carac. Fuste 1: 27 individuos
 - Carac. Fuste 2: 32 individuos

- Carac. Fuste 3: 13 individuos
- **Tornillo:**
 - Carac. Fuste 1: 21 individuos
 - Carac. Fuste 2: 17 individuos
 - Carac. Fuste 3: 2 individuos

IV. Forma de Copa

- **Pashaco:**
 - For. Copa 1: 30 individuos
 - For. Copa 2: 18 individuos
 - For. Copa 3: 12 individuos
 - For. Copa 4: 12 individuos
- **Tornillo:**
 - For. Copa 1: 28 individuos
 - For. Copa 2: 9 individuos
 - For. Copa 3: 1 individuo
 - For. Copa 4: 2 individuos

Correlaciones

1. Parcelas vs. Altura del Brinzal:

- Ecuación: $\text{Brinzal Altura} = 1.4290 - 0.0725 * \text{Parcelas}$
- Correlación: $r = -0.3131$

2. Parcelas vs. Fustal:

- Ecuación: $\text{Fustal} = 63.705 - 2.265 * \text{Parcelas}$
- Correlación: $r = -0.1455$

4.3 Regeneración Natural Entre los Dos Bosques

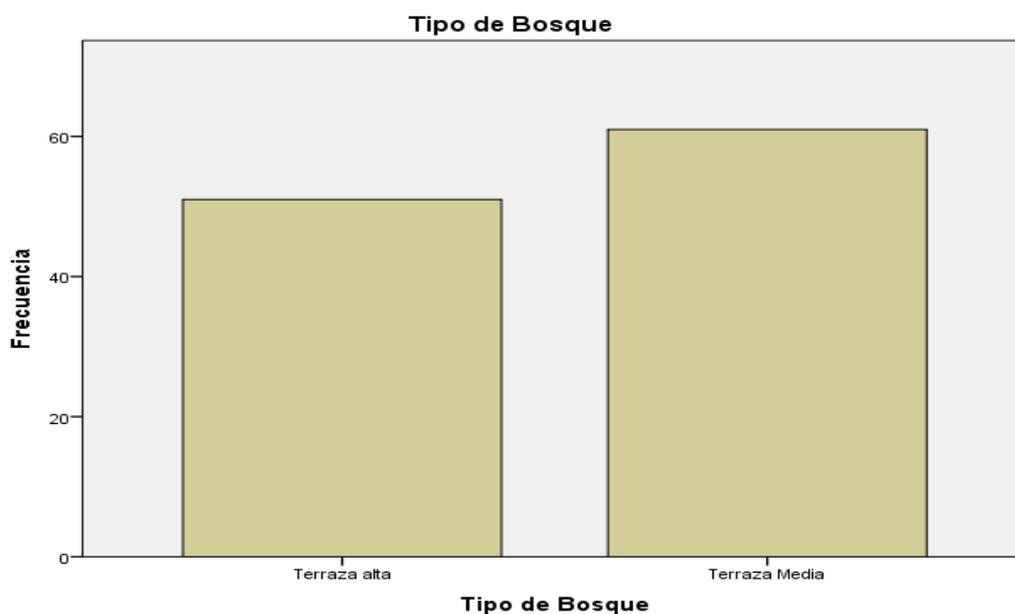
Tabla 23

Análisis de Frecuencias de individuos por tipo de Bosque.

Frecuencia por Tipo de Bosque				
Tipo de Bosque	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Terraza alta	51	45,5	45,5	45,5
Terraza Media	61	54,5	54,5	100,0
Total	112	100,0	100,0	

Figura 16

Análisis de Frecuencias de individuos por tipo de Bosque



Interpretación de Frecuencias de individuos por tipo de Bosque

Frecuencia por Tipo de Bosque:

- En el estudio, se han evaluado dos tipos de bosque: terraza alta y terraza media.
- Se contabilizaron un total de 112 observaciones distribuidas entre los dos tipos de bosque.

Frecuencia y Porcentajes:

➤ **Terraza alta:**

Se registraron 51 observaciones, lo que representa el 45,5% del total.

➤ **Terraza Media:**

Se registraron 61 observaciones, lo que representa el 54,5% del total.

Porcentaje válido y acumulado:

- Los porcentajes válidos son idénticos a los porcentajes de frecuencia, ya que no hay datos faltantes.
- El porcentaje acumulado muestra que las observaciones en terraza alta representan el 45,5% del total hasta ese punto, y al agregar las observaciones de terraza media, se llega al 100%.

Tabla 24

Análisis de comparación de la regeneración natural por tipo de Bosque

Análisis Estadístico	Valor Calculado	Interpretación
ANOVA de un Factor		
Estadístico F	0.111	No hay diferencia significativa entre las medias de las parcelas en terraza alta y terraza media.
Valor p	0.742	($p > 0.05$)
Prueba t de Student		
Estadístico t	-0.334	No hay diferencia significativa entre los tipos de bosque en términos de la presencia de las especies Tornillo y Pashaco.
Valor p	0.742	($p > 0.05$)

5 Interpretación de resultados

Terraza Alta

- **Datos de las parcelas:** PA1: 10, PA10: , PA2: , PA3: 5, PA4: , PA5: 11, PA6: , PA7: 10, PA8: , PA9: 15

- **Total:** 51 individuos
- **Promedio:** $51/5 = 10.2$ individuos por parcela

Terraza Media

- **Datos de las parcelas:** PA1: , PA10: 10, PA2: 16, PA3: , PA4: 8, PA5: , PA6: 20, PA7: , PA8: 7, PA9:
- **Total:** 61 individuos
- **Promedio:** $61/5 = 12.2$ individuos por parcela

Análisis Estadístico

Para comparar la distribución de las especies Tornillo (***Cedrelinga cateniformis***) y Pashaco (***Schizolobium sp.***) entre los tipos de bosque de terraza alta y terraza media, se realizaron los siguientes análisis estadísticos:

1. ANOVA de un Factor:

- Este análisis se utilizó para determinar si existían diferencias significativas entre las medias de las parcelas en los dos tipos de bosque.
- El resultado del estadístico F fue 0.111 y el valor p fue 0.742.
- Como el valor p es mayor que el nivel de significancia comúnmente utilizado (0.05), no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que no hay diferencias significativas entre las medias de las parcelas en los dos tipos de bosque.

2. Prueba t de Student:

- Este análisis comparó las medias de las parcelas entre los dos tipos de bosque.
- El estadístico t fue -0.334 y el valor p fue 0.742.
- Nuevamente, como el valor p es mayor que 0.05, no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula de que no hay diferencias significativas entre las dos terrazas en términos de la presencia de las especies Tornillo y Pashaco.

En resumen, ambos análisis sugieren que no hay una diferencia significativa en la distribución de las especies Tornillo y Pashaco entre los tipos de bosque de terraza alta y terraza media en las parcelas estudiadas.

V. CONCLUSION

1. Determinar la distribución y abundancia de brinzales, latizales y fustales de Tornillo y Pashaco.

- En este estudio, se evaluó la distribución de individuos de **Tornillo** (*Cedrelinga cateniformis*) y **Pashaco** (*Schizolobium* sp.) en diez parcelas distintas. Los resultados revelaron que **Pashaco** fue la especie más abundante, representando el 64.3% del total de individuos registrados, mientras que **Tornillo** constituyó el 35.7%. La parcela PA6 mostró la mayor frecuencia con 20 individuos (17.9%), destacando la variabilidad en la distribución espacial de ambas especies en el área de estudio. Este análisis proporciona información crucial para la gestión forestal, permitiendo identificar áreas con alta concentración de especies y orientando acciones específicas de conservación y manejo.
- La terraza media tiene una mayor frecuencia de observaciones en comparación con la terraza alta, con un 54.5% frente a un 45.5%, respectivamente. Esto sugiere que la terraza media podría ser un entorno más favorable o que tiene una mayor abundancia de las especies evaluadas en este estudio. Estos resultados son esenciales para comprender la distribución de las especies en los diferentes tipos de bosques y pueden influir en las estrategias de gestión y conservación forestal.

2. Caracterizar la calidad del árbol, clase de árbol, características del fuste y forma de copa de los individuos de Tornillo y Pashaco presentes en los bosques evaluados.

- El estudio reveló patrones claros en la distribución de **Pashaco** (*Schizolobium* sp.) y **Tornillo** (*Cedrelinga cateniformis*) en las diferentes parcelas, así como en sus

características de fuste y forma de copa. En términos de distribución por clases de árbol, la mayoría de los individuos de **Pashaco** se encontraron en la Clase 2, mientras que **Tornillo** predominó en la Clase 1. Respecto a las características del fuste, **Pashaco** mostró una distribución mayoritaria en la categoría de Características del Fuste 2, mientras que **Tornillo** fue más común en la Característica del Fuste 1. En cuanto a la forma de copa, ambos mostraron preferencia por la Forma de Copa 1.

- Estos hallazgos son cruciales para la gestión y conservación de estas especies en el área de estudio, proporcionando información detallada sobre su estructura y distribución, lo cual es fundamental para desarrollar estrategias efectivas de manejo forestal y conservación.

3. Comparar la regeneración natural entre los dos bosques de manejo forestal estudiados en términos de densidad y estructura poblacional de Tornillo y Pashaco.

- El estudio comparativo de la regeneración natural entre los bosques de manejo forestal evaluados revela diferencias significativas en la densidad y estructura poblacional de **Tornillo** (*Cedrelinga cateniformis*) y **Pashaco** (*Schizolobium* sp.). Se observa que **Tornillo** predominó en las clases de árbol y características del fuste que indican una mayor prevalencia en clases inferiores y características fustales menos desarrolladas, mientras que **Pashaco** mostró una distribución más equitativa entre las clases de árbol y características del fuste, con una tendencia hacia clases y características más desarrolladas.
- Además, se identificaron relaciones significativas entre el número de parcelas y variables como la altura del brinjal, la presencia de latizal bajo y alto, así como la densidad de individuos en la categoría de fustales. Estas relaciones proporcionan información clave para la gestión y conservación de ambas especies, destacando la importancia de considerar factores ambientales y de manejo forestal en la promoción de su regeneración natural. En resumen, este estudio no solo ofrece una visión detallada de la dinámica poblacional de

Tornillo y **Pashaco** en contextos de manejo forestal, sino que también sugiere estrategias potenciales para mejorar su conservación y sostenibilidad en los ecosistemas estudiados.

- El análisis estadístico de la distribución de las especies **Cedrelinga cateniformis** y **Pashaco** (*Schizolobium* sp.) entre los tipos de bosque de terraza alta y terraza media no reveló diferencias significativas en la abundancia de estas especies en las parcelas evaluadas. Los resultados del ANOVA de un factor y la prueba t de Student indican que no hay evidencia suficiente para concluir que existen diferencias significativas en la distribución de **Cedrelinga cateniformis** y **Pashaco** (*Schizolobium* sp.) entre las parcelas de terraza alta y terraza media.
- Así mismo se indica que la abundancia es similar: la cantidad promedio de individuos por parcela fue similar entre los dos tipos de bosque.
- Por otro lado, la gestión forestal: Las prácticas de manejo y conservación pueden ser uniformes para terrazas altas y medias en cuanto a la distribución de **Cedrelinga cateniformis** y **Pashaco** (*Schizolobium* sp.).
- Estos hallazgos sugieren que las condiciones ecológicas en ambas terrazas son igualmente favorables para estas especies, proporcionando una base sólida para decisiones de manejo y conservación en la concesión forestal evaluada en Madre de Dios.

VI. DISCUSIONES.

Estudios realizados por Gonzales (2007). En el tema: el impacto de los desmontes en la regeneración natural de cinco especies arbóreas donde estaba incluido el Tornillo que fueron realizados en un bosque primario han evaluado 5 especies forestales y han encontrado la especie antes mencionada en tres estrato, esto es similar a nuestro estudio donde se buscó evaluar a la especie de *Cedrelinga cateniformis* (Tornillo) que también encontramos la especie en sus tres estrato, lo indica que es una especie que se puede adaptar y crecer en bosques tanto de terraza alta media y baja.

La importancia de las Concesiones No Maderables: Según autores como Chumacero and Pacheco (2010), las concesiones no maderables juegan un papel crucial en la conservación de la biodiversidad amazónica al fomentar prácticas de manejo sostenible. el estudio podría destacar cómo la evaluación de especies como Pashaco y Tornillo en esta concesión contribuye a la comprensión de su dinámica poblacional dentro de un contexto de uso sostenible de los recursos.

Estrategias de Manejo Adaptativo: Autores como Salas and Salas (2018) enfatizan la importancia del manejo adaptativo en concesiones forestales para garantizar la conservación de especies clave. Lo que podría discutir cómo los hallazgos sobre la distribución de especies y sus preferencias ecológicas pueden orientar estrategias específicas de manejo adaptativo en la concesión de castaña, asegurando la conservación efectiva de Pashaco y Tornillo.

Biodiversidad y Uso de Recursos: Según estudios revisados por Rodríguez et al. (2015), la diversidad biológica en concesiones forestales puede ser alta debido a la coexistencia de especies comerciales y no comerciales.

Desafíos y Oportunidades: Autores como Espinoza and Mesones (2019) sugieren que las concesiones forestales enfrentan desafíos significativos, pero también ofrecen oportunidades para la conservación y el desarrollo sostenible. Podrías reflexionar sobre los

desafíos específicos encontrados durante tu estudio y cómo estos podrían abordarse para optimizar los beneficios sociales y ambientales de la concesión de castaña.

Perspectivas Locales y Comunitarias: Considerando la relevancia local de tus hallazgos, podrías discutir cómo las comunidades locales en Madre de Dios podrían beneficiarse de estrategias de manejo basadas en la conservación de especies como Pashaco y Tornillo. Autores como Vargas et al. (2017) destacan la importancia de la participación comunitaria en la gestión de recursos naturales y podrías explorar cómo tus resultados podrían apoyar iniciativas participativas en la concesión de castaña.

VII. RECOMENDACIONES

Implementación de Estrategias de Manejo Sostenible:

- **Monitoreo Continuo:** Establecer un programa de monitoreo continuo de las poblaciones de Pashaco y Tornillo para evaluar cambios en su distribución y abundancia a lo largo del tiempo.
- **Manejo Adaptativo:** Implementar prácticas de manejo adaptativo que se ajusten a las necesidades específicas de conservación y aprovechamiento sostenible de estas especies en la concesión de castaña.

Promoción de Prácticas de Regeneración Natural:

- **Restauración Ecológica:** Fomentar la regeneración natural de Pashaco y Tornillo mediante la implementación de técnicas de restauración ecológica adecuadas para mejorar las condiciones de hábitat en la concesión.

Fortalecimiento de Capacidades Locales:

- **Capacitación y Educación:** Proporcionar capacitación técnica a las comunidades locales y a los gestores de la concesión sobre la identificación, manejo y conservación de especies forestales clave como Pashaco y Tornillo.

Promoción de Iniciativas de Conservación Participativa:

- **Involucramiento Comunitario:** Fomentar la participación activa de las comunidades locales en la gestión y conservación de recursos naturales, incluyendo la implementación de programas de educación ambiental y prácticas de recolección sostenible.

Investigación y Colaboración Interinstitucional:

- **Colaboración Científica:** Establecer alianzas estratégicas con instituciones de investigación y organizaciones ambientales para fortalecer la base científica y técnica de la gestión forestal en la concesión de castaña.

Cumplimiento de Normativas y Legislación Forestal 29763:

- **Gestión Legal y Responsable:** Asegurar el cumplimiento de normativas y legislación ambiental aplicable en la gestión de la concesión, garantizando prácticas de aprovechamiento forestal sostenible.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana, E. (2011). Coeficientes de variación, eficiencia relativa e intensidad de muestreo para diferentes formas y tamaños de unidades de Muestreo en bosques mixtos naturales.
- Alegria, W.; Tello, R.; Panduro, M.; Álvarez, L.; Macedo, A.; Rojas, R.; Ramírez, F.; Barbagelata, N. & Encinas, V. (2009). Dinámica de la regeneración natural en claros y frecuencia de claros en bosques de terraza baja del CIEFOR (Centro de Investigación y Enseñanza Forestal), Iquitos- Perú. p. 25.
- Asquith, N. (2002). La dinámica del bosque y la diversidad arbórea. En M. In Guariguata, & G. Kattan, Ecología y conservación de bosques Neotropicales 377-406 p. Cartago, Costa Rica: Libro Universitario Regional (EULAC-GTZ).
- Aucahuasi, A. Coa, G. (2014). Evaluación y Determinación del Proceso de Regeneración Natural de *Apuleia leiocarpa* (vogel) j.f. macbride (ana caspi) en Bosque Continuo Protegido y un Bosque Bajo Manejo Forestal, en la Provincia de Tambopata, Región de Madre de Dios – Perú
- Barrera, E; Castro, J; Aguirre, Z (2024) Parámetros poblacionales y regeneración natural de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, en el valle de Vilcabamba, cantón Loja, Ecuador. Bosques latitud cero Vol 14(1) Editorial Universidad Nacional de Loja
- Beek, R. (1992). Manejo forestal basado en la regeneración natural del bosque. Estudio de caso en los Robledales de altura de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. (Informe técnico N° 200). Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Bejar, Ch. N.; Huamani, B.L. (2013). Determinación de la Reserva de Carbono en un Bosque de Terraza Alta Mediante el Método de Ecuaciones Alométricas, Fundo EL Bosque – Distrito Las tahuam – Madre De Dios.
- Cancino, D. 1999. Factores asociados a la regeneración del chicozapote “*Manilkara zapota* Van Royen (Sapotacea)”, en el centro ecológico y recreativo “El Zapotal”, Tuxtla Gutierrez,

- Chiapas, Mexico. Tesis (Magister Scientiae). Turrialba, Costa Rica, Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación (CATIE). 99p.
- Cárdenas, L. (1986). Estudio ecológico y diagnóstico silvicultural de un bosque de terraza media en la llanura aluvial del río Nanay, Amazonía Peruana. Tesis (Magister Scientiae). Turrialba, Costa Rica, Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación (CATIE). p. 133.
- Castillo, A. Nalvarte, W. (2007). Descripción dendrológica de 26 especies forestales de importancia comercial: zonas de Tahuamanu y Alto Huallaga.. p. 19 editado por RESEGRAF - Lima
- Clark, D.A.; Clark, D.B.; Sandoval, R.; Castro, M.V. (1995). Edaphic and human effects on landscape-scale distributions of tropical rain forest palms. *Ecology*.
- Conceição G. M. Ruggieri, A. C.; Silva, E. O.; Gomes, E. C.; Roche, H. M. V. 2011. Especies vegetales y síndromes de dispersión del área de protección ambiental municipal de Inhamum, Caxias, Maranhão, Brasil. *Ambiente & Agua- An interdisciplinary Journal of applied science*, vol. 6, núm. 2, 2011, 129-142 p.
- Contreras, F., Cordero W. Y Fredericksen, T. (2001). Evaluación del aprovechamiento forestal. BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.
- Cortes, R. (1997). Análisis silvicultural de la regeneración natural con fines de manejo en tres tipos de bosque húmedo tropical de Costa Rica. Tesis (Magister Scientiae). Turrialba, Costa Rica, Programa de Enseñanza para el Desarrollo y la Conservación (CATIE). p. 112.
- Daniel, P.W., Helms, U.E., Baker, F.S. (1982). *Principios de Silvicultura*. México: McGraw-Hill.
- Denslow, S. (1980). Gap partitioning among tropical rain forest trees. *Biotropica*, Lawrence, 12(2): p. 47-55.

- Dosantos, B.E. Y Alván, R. J. (2010). Regeneración de un bosque natural de terraza alta con fines de manejo, carretera Iquitos-Nauta, Loreto, Perú. *Conocimiento amazónico*. p. 33-40.
- Dourojeanni, W. (1990). *Amazonía ¿qué hacer?* Iquitos: Centro de Estudios Teológicos de la Amazonía. p. 444.
- FAO. (2010). *Términos y Definiciones*. Programa de Evaluación de los Recursos Forestales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Documento de trabajo 144/S. p. 30 p. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/014/am665s/am665s00.pdf>
- Fernández-Hilario, R., Allca, D. A., & Marcelo-Peña, J. L. (2012). Composición y estructura de un bosque secundario en el Fundo Santa Teresa, Satipo, Perú. *Xilema*, 25(1), 43–49.
- Flores Bendezú, Y. (2019). *Fichas Técnicas para Plantaciones con Especies Nativas en zona de Selva Baja IIAP*. (2009). *Amazonía: guía ilustrada de flora y fauna* (en línea). Disponible en:<<http://amazonia.iiap.org.pe/especies/ver/454>>.
- Fredericksen, T. & Mostacedo, B. (2000). Estado de la regeneración de especies forestales importantes en Bolivia: Evaluación y recomendaciones. Documento técnico 88/200. p. 22.
- Gamboa, Nancy. (2008). *Regeneración natural de Dipteryx panamensis (Pitier) Record en fragmentos de bosque, Sarapiquí, Costa Rica*. Tesis de Maestría (Magister Scientiae en Manejo de Recursos Naturales con Mención en Gestión de la Biodiversidad). San José, Costa Rica. Recuperado de http://www.uned.ac.cr/ecologiaurbana/wp-content/uploads/2012/06/Tesis_Nancy_Gamboa.pdf
- Gobierno Regional de Madre de Dios (GOREMAD); Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP). 2008. *Macro Zonificación Ecológica Económica del Departamento de Madre de Dios*. Madre de Dios, Perú. 223p.

- Gobierno Regional de Madre de Dios (GOREMAD)-Dirección Regional Forestal y Fauna Silvestre (2015). Centro de Información y estadística Forestal- CIEF, Madre de Dios – Perú.
- Gómez -Pompa, A. And Burley, F. W. (1991). The management of natural tropical forest. In: GOMEZ POMPA, A.; WHITMORE, T. C. and HADLEY, M. Rain forest regeneration and management. UNESCO and The Parthenon Publishing Group. Man and the Biosphere Series. Vol. 6. New Jersey. p. 3 – 20.
- Gomez, Jhon. (2011). Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/aa/v41n1/a16v41n1.pdf>
- Gonzales, T. (2007). Dinámica e influencia de los claros de dosel sobre la regeneración natural de cinco especies arbóreas en un bosque de tierra firme de la cuenca del río Los Amigos, Madre de Dios-Perú. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco] Madre de Dios, Perú. p. 84.
- Gourlet-Fleury, S.; Blanc, L.; Picard, N.; Sist, P.; Dicck, J.; Nasi, R.; Swaine, M.D.; Forni, E. (2005). Grouping species for predicting mixed Tropical forest dynamics: looking for a strategy. *Annals of Forest Science*, v. 62, p. 785-796.
- Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. (2010, 2006, 1998,1991). Metodología de la Investigación, 5ta Edición, México D.F. Recuperado de https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf
- Hutchinson, D. (1993). Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Trad. R. Lujan. CATIE. Serie técnica. Informe Técnico N° 204. Colección de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales, n°. 7. 32 p.

Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP), 5 de junio de 2023. Infraestructura nacional de información geoespacial fundamental. <https://www.idep.gob.pe/geovisor/VisorDeMapas/>

Jackson, S. M. Y Fredericksen, T. S. (2000). Evaluación de los disturbios y daños causados al bosque residual durante el aprovechamiento por selección en un bosque tropical de Bolivia. Documento Técnico 91, Proyecto BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia.

Kageyama, Y. & Castro, A. (1989). Sucessão secundaria, estrutura genética e plantações de especies arbóreas nativas. IPEF, Piracicaba, 41 (42): p. 83-93.

Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los Trópicos. GTZ. República Federal Alemana. p. 64 – 92.

Leigue, G. J. (2008). Regeneración natural de nueve especies maderables en un bosque intervenido de la Amazonia Boliviana. Acta amazónica, Asociación PROMAB. p. 135-142.

Levi, H. (1999). Ecología Forestal. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María, Perú. p. 120.

Lieberman, M.; Lieberman, D. & Peralta, R. (1989). Forests are not just a Swiss cheese: canopy stereogeometry of non-gap in tropical forests. Ecology, Washington, 70(3): p. 550-552.

Loayza, I. (2011). Evaluación de la regeneración natural en claros en un bosque de terraza alta, Tambopata, Madre de Dios. [Tesis de pregrado; Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. Madre de Dios, Perú. p. 78.

Marmillod, D. (1982). Methodik und Ergebnisse von Untersuchungen über Zusammensetzung und Aufbau eines Terrassenwaldes im peruanischen Amazonien. Dissertation Gottingen.

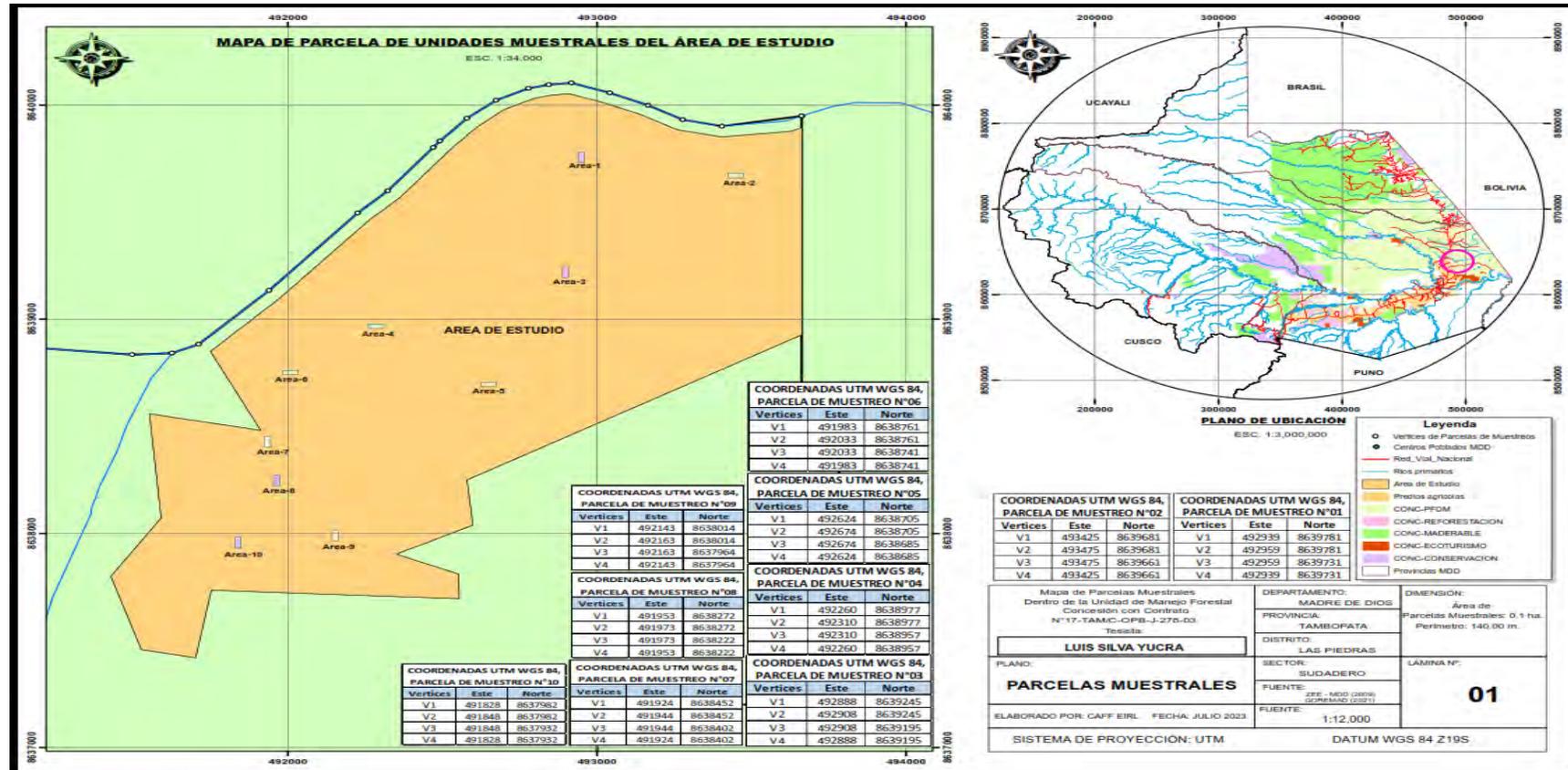
- Martins, M.; Farinha, L.; Schoeninger, M. & Yamaji, F. (2003). Classificação ecológica das espécies arbóreas. *Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais*, Curitiba, 1(2): p. 69-78.
- MELO, O. A. 1996. Evaluación de la estructura y la diversidad florística de los ecosistemas boscosos ubicados en el Área Amortiguadora del Parque Natural Nacional La Paya. Sector Mecaya, Municipio de Puerto Leguízamo (Putumayo). Alcaldía de Puerto Leguízamo (Putumayo). 140 P.
- MELO, O. A. 1997. Evaluación de la estructura y la diversidad floral en un bosque hidrofítico neotropical. En: *Diversidad biológica forestal y el mantenimiento del patrimonio natural*. Actas del XI Congreso Forestal Mundial. Natalia (Turquía). Vol. 2. p. 171 – 172.
- MELO, O. A. 2000. Evaluación Ecológica y Silvicultural de los Fragmentos de Vegetación Secundaria, Ubicados en Áreas de Bosque Seco Tropical en el Norte del Departamento del Tolima, Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Forestal. Ibagué-Colombia. 150p.
- Monteverde, E. (2021) Evaluación rápida de la regeneración natural de *Cedrelinga cateniformis* en un bosque premontano de Satipo, Perú. *Xilema*, 31(1), 75–83. <https://doi.org/10.21704/x.v31i1.1777>
- Mostacedo, B; Fredericksen, T. (1999). Regeneration status of important tropical forest tree species in Bolivia assessment and recommendations. *Forest Ecology and Management*. p. 263 -273.
- OIMT (Organización Internacional de Maderas Tropicales). (2002). Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques secundarios y degradados. Serie de políticas forestales.p. 87.

- Otsuka, K. (2019). “Regeneración de en dos concesiones forestal maderable de la provincia de Tambopata y Tahuamanu, Madre De Dios” [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <http://hdl.handle.net/20.500.14070/603>
- Paima, P. (2012). Estructura y Composición Florística del Bosque de Terraza Media Adyacente al Arboretum “El Huayo”, Ciefor-Puerto Almendras, río Nana y, Iquitos-Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Pijl, Van Der. (1982). Principles of dispersal in higher plants. 3. ed. Berlin: Springer-Verlag. 213 p.
- Poorter, L.; Jans, L.; Bongers, F. & Van Rompaey, R. (1994). Spatial distribution of gaps along three catenas in the moist forest of Tai National Park, Ivory Coast. *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, 10(3):385-398p.
- Primack, R. B. (1990). Seed physiology, seed germination and seedling ecology. In: BAWA, K. S. and HADLEY, M. (eds.). *Reproductive ecology of tropical forest plants*. The Parthenon Publishing Group. New Jersey. p. 233 – 236.
- Ramírez N. (1997). Biología Reproductiva y Selección de Especies Nativas para la Recuperación de Áreas Degradadas; Método y Significado. *Acta Bot. Venez.* 20(1). p. 43-66.
- Rollet, B. (1971). La Regeneración natural en los bosques siempre verdes de la llanura de Guayana Venezuela. *Boletín del instituto forestal latinoamericano*. 6: 25-2 p
- Salo, J.; Kalliola, R.; Hakkinen, I.; Makinen, Y.; Niemela, P.; Puhakka, M.; Coley, P.D. (1986). River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest. In: *Ecology*. 322: 254-258 p.
- Sánchez, D. Y Velásquez, O. 1997. Estudio de la diversidad florística de la región de los Farallones de Citará (Chocó Biogeográfico). Universidad nacional de Colombia. Sede Medellín. Facultad de Ciencias. Medellín. 134 P.

- Tarabelli, M. & Gascon, C. (2005). Lessons from fragmentation research: Improving management and policy guidelines for biodiversity conservation. *Conservation Biology*. 19: p. 34 – 739.
- Torres, L. A. (1979). Ensayos de tres especies latifoliadas en la unidad de Reserva Nacional del Capro. Universidad de los Andes. Mérida-Venezuela. 109 p.
- UNESCO. (1980). Ecosistemas de los Bosques Tropicales, Organización de las Naciones Unidas Para la Educación, la Ciencia Y la Cultura, Paris - Francia. p. 126-163.
- Welden, W.; Hewett, W.; Hubbell, P. & Foster, B. (1991). Sapling survival, growth, and recruitment: relationship to canopy height in a Neotropical Forest. *Ecology*, Washington, 72(1):35-50p.
- Whitmore, T. C. 1991. Tropical Rain Forest of the Far East. Clarendon. New York P p 16-18.
- Wright, J.; Mulle-Landau, C.; Condit, R. & Hubbell, P. 2003. Gap-dependent recruitment, realized vital rates, and size distributions of tropical trees. *Ecology*, Washington, 84(12):3174-3185p.
- Sáenz Sánchez, G (CATIE, Turrialba (Costa Rica) CATIE, Turrialba (Costa Rica), 1996-09), Impacto de las intervenciones silviculturales en los robledales de altura; estudio de caso en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica.

ANEXO

Figura 17
Mapa de parcela de unidades muestrales del área de estudio



Nota: El presente mapa de ubicación de las parcelas de muestreo, ha sido diseñado y adaptado para la georreferenciación en el área de estudio, con fuentes secundarias.

Figura 18
Plano de tipos de suelo del área de investigación

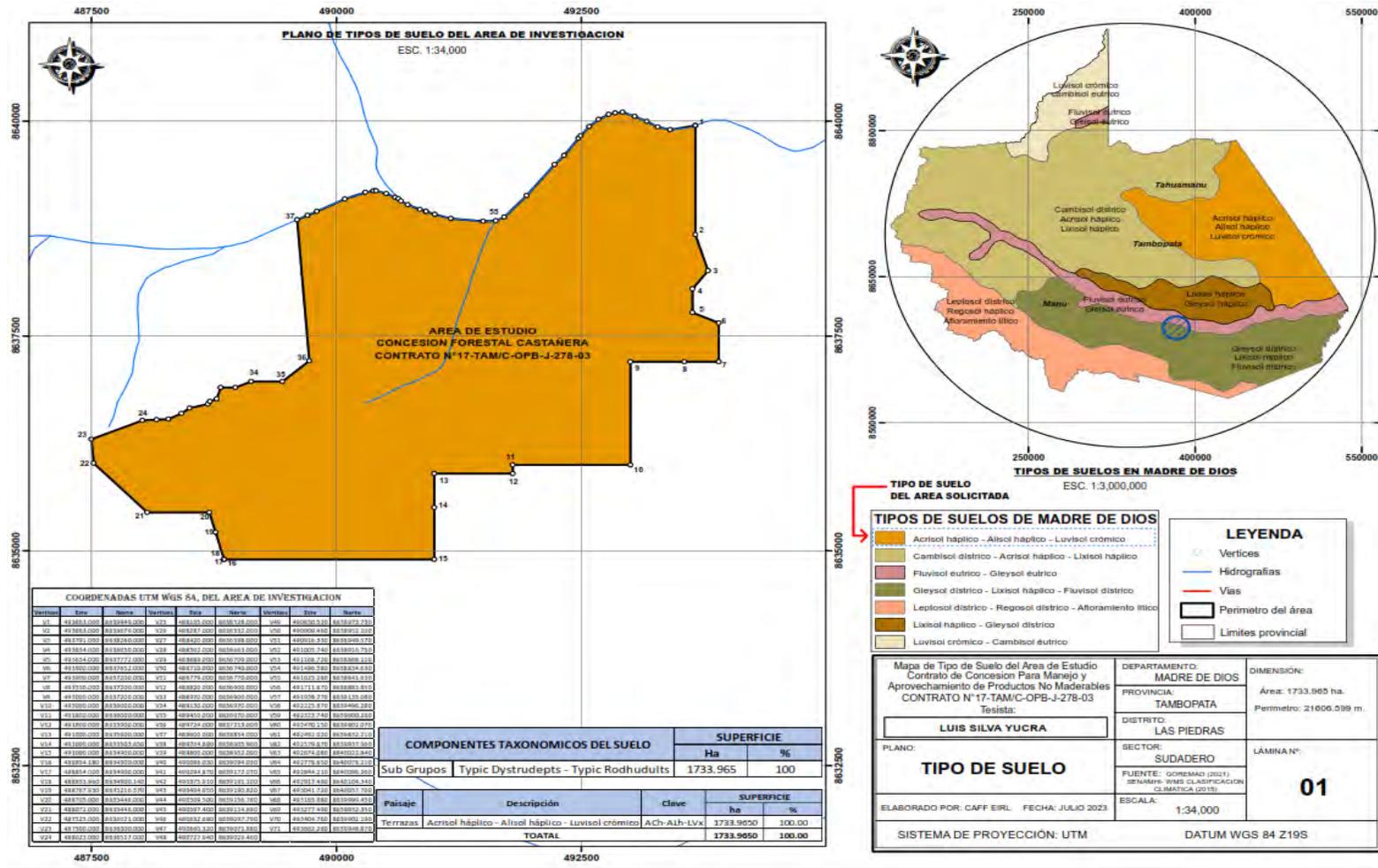
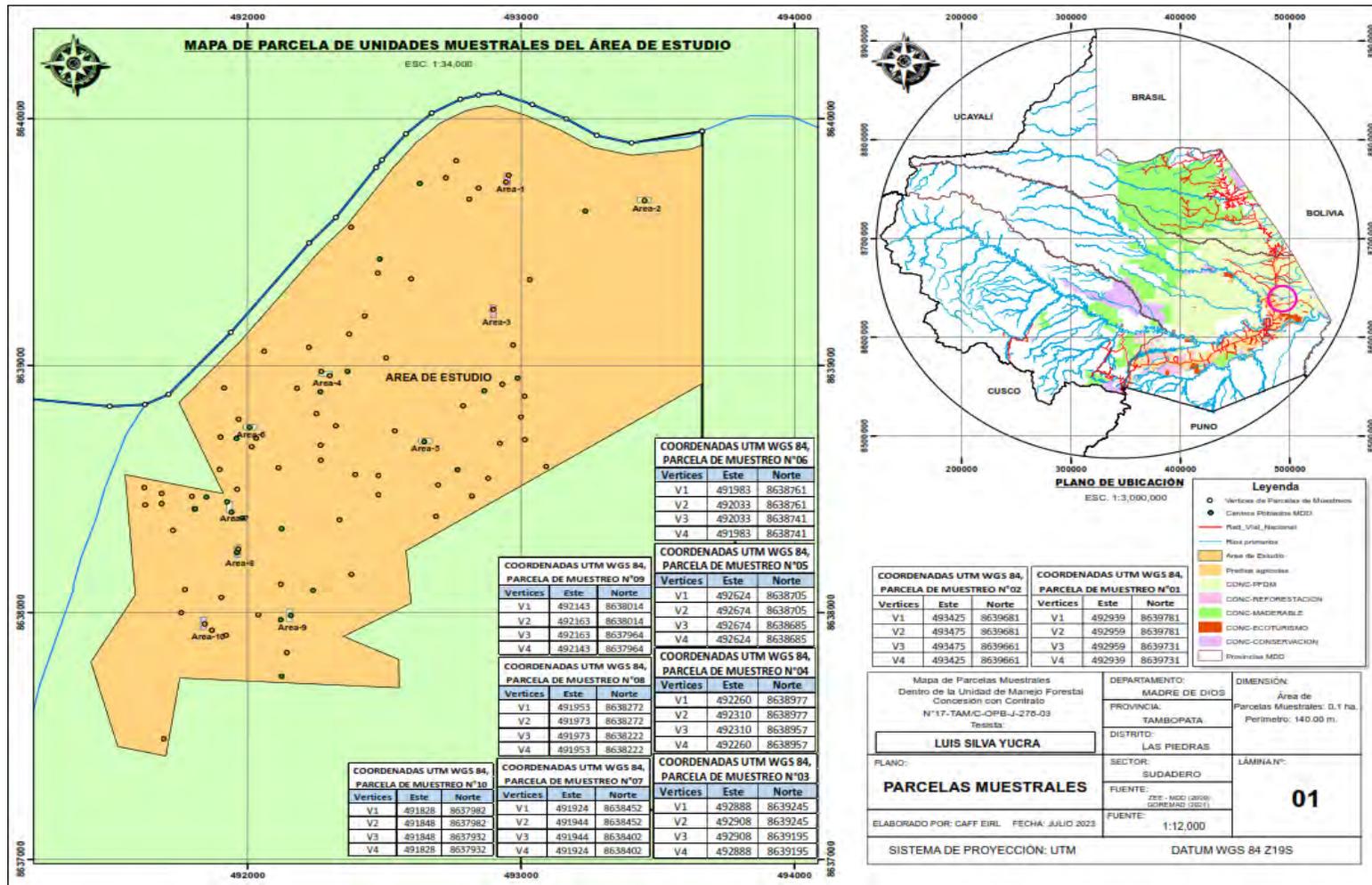
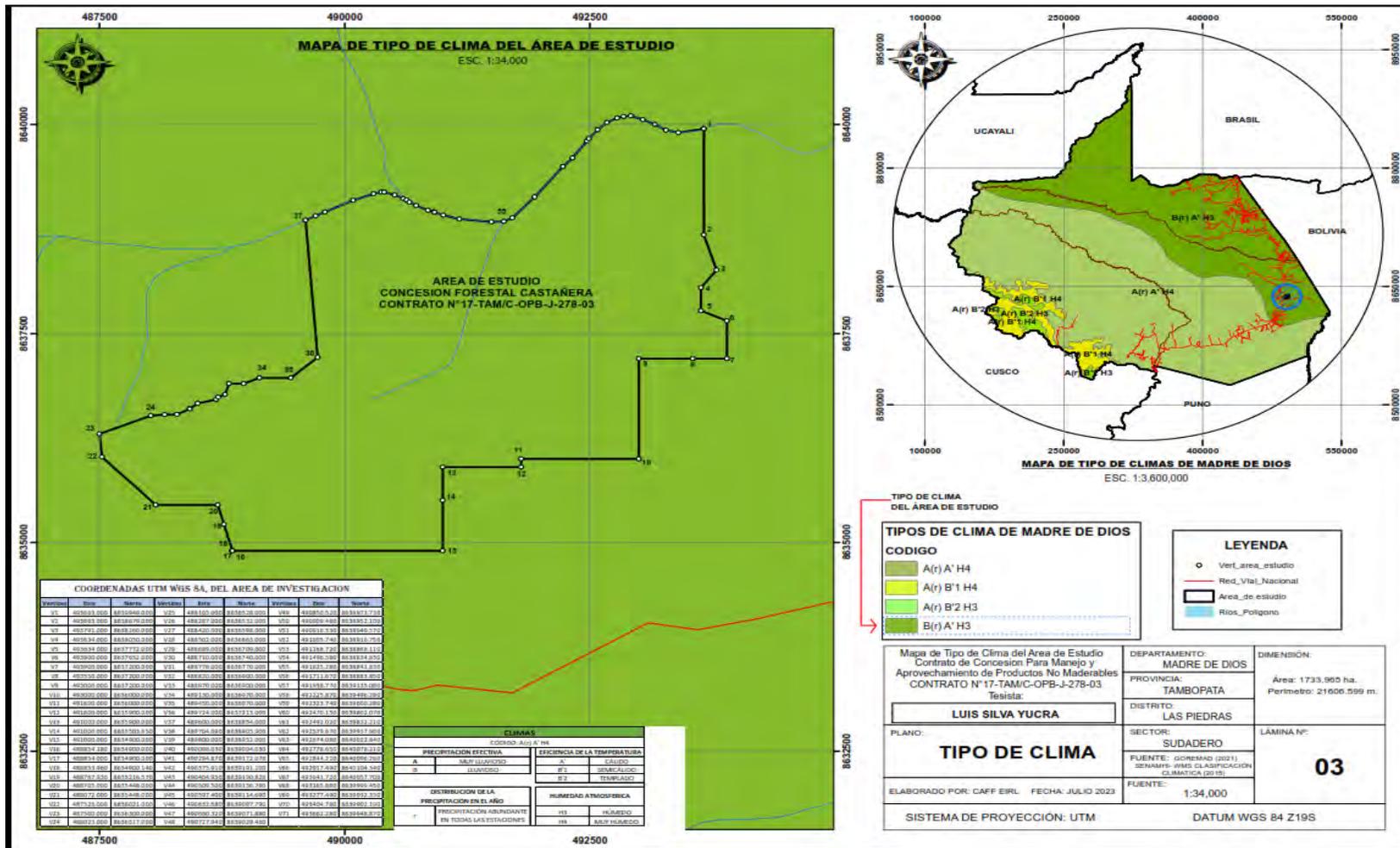


Figura 19
Mapas de las parcelas muestrales del área de estudio



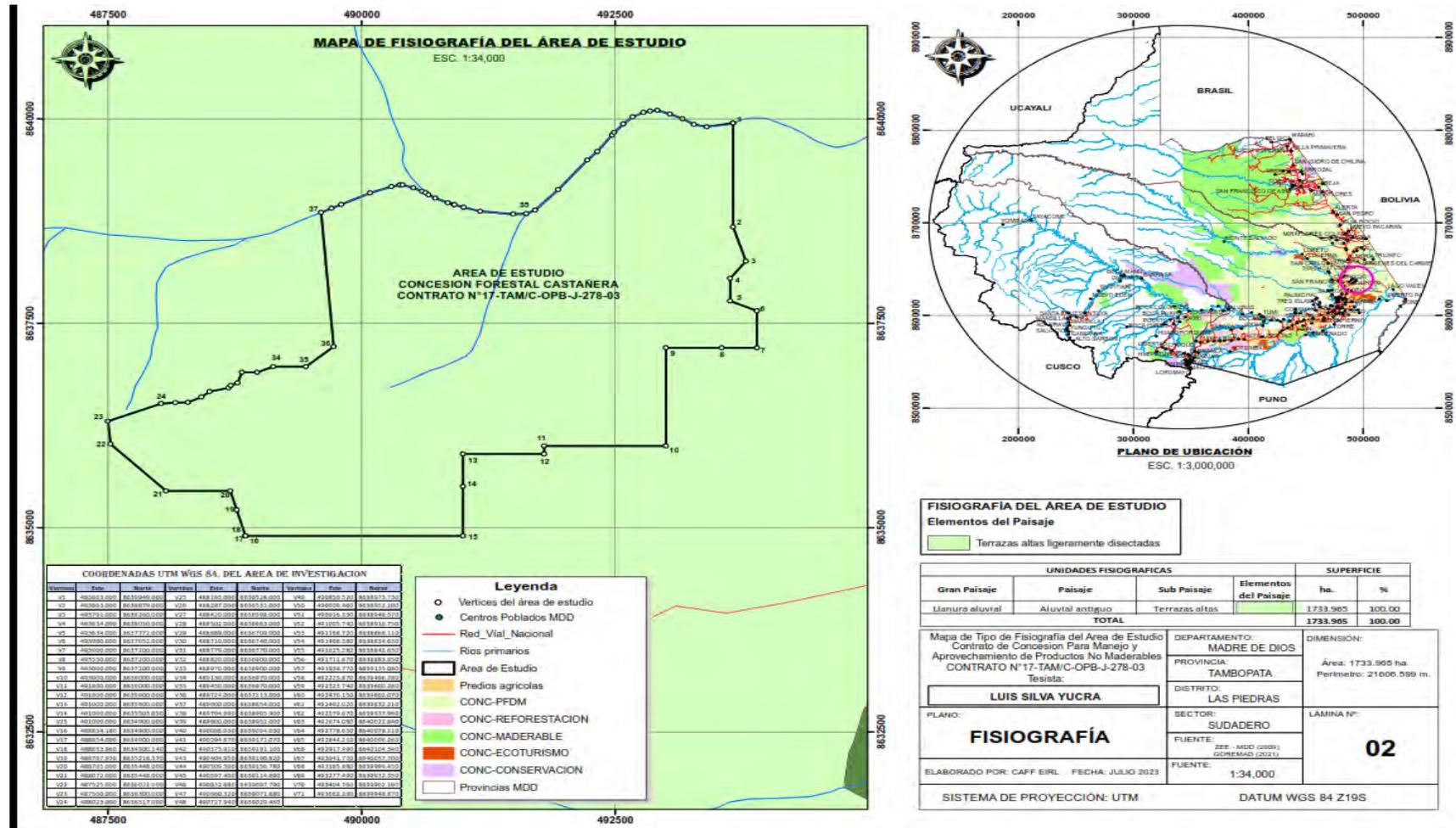
Nota: El presente mapa de las parcelas muestrales, ha sido diseñado, adaptados y georreferenciados en el área de estudio.

Figura 20
Mapa de tipo de clima de área de estudio



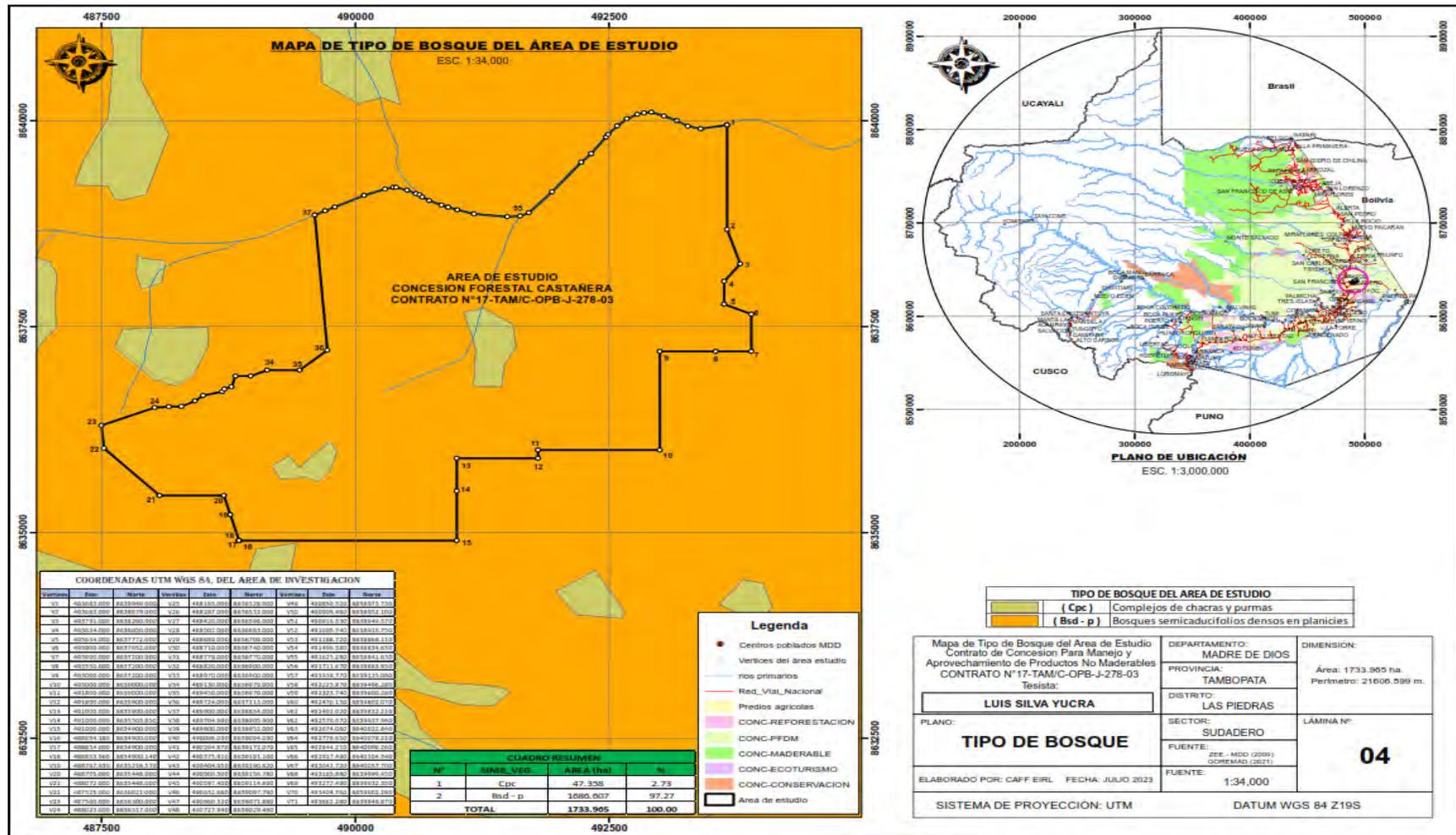
Nota: El presente mapa de las parcelas muestrales, ha sido elaborado con informacion obetnidad de (IDEP, 2023).

Figura 21
 Mapa de fisiografía del área de estudio



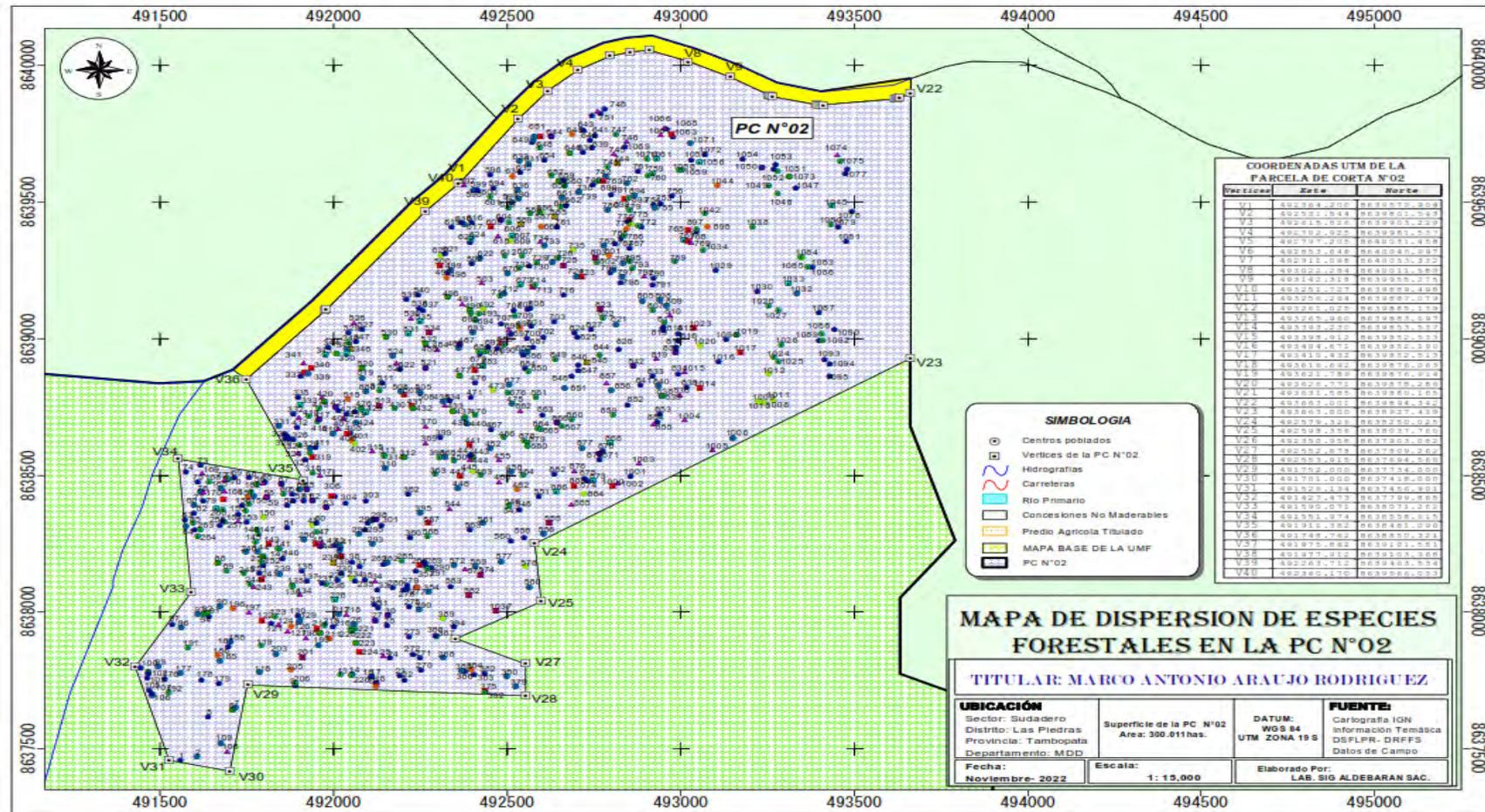
Nota: El presente mapa de fisiografía, ha sido elaborado con informacion obetnidad de (IDEP, 2023).

Figura 22
 Mapa de tipo de bosque del área de estudio



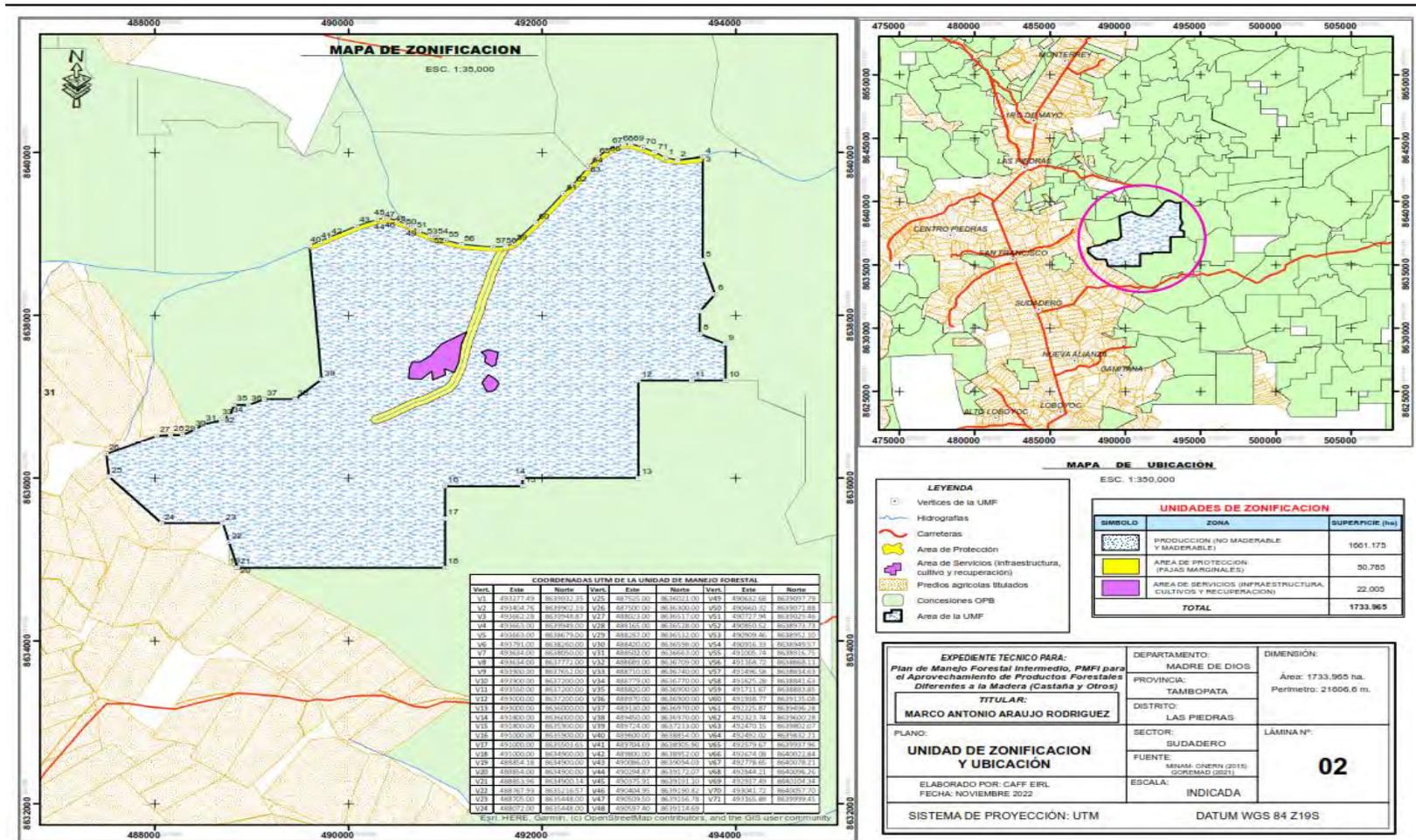
Nota: El presente mapa de tipo de bosque, ha sido elaborado con información obetnidad de (IDEP, 2023).

Figura 24
 Mapa de dispersion de especies forestales en la PC N°02



Nota: El presente mapa de dispersion de las especies forestales en la PC N°02, ha sido elaborado con informacion obetnidad en campo.

Figura 25
 Mapa de zonificación del área de estudio



Nota: El presente mapa de zonificación del área de estudio, ha sido elaborado con información obtenida en campo.

Figura 26

Instalación de las parcelas de muestreo en el área de estudio

**Figura 27**

Medición de la altura de la regeneración natural de las especies de pashaco y tornillo.



Figura 28

Medición del diámetro de las especies de pashaco y tornillo

**Figura 29**

Codificación de la regeneración natural de pashaco y tornillo



Figura 30

Levantamiento de datos de campo

**Tabla 25**

Registro de la regeneración natural en las parcelas de muestreo

N°	Correlativo	Tipo de Bosque	Parcela	Especie	Brinzales altura (0,30 m < 1,40 m)				Clase de árbol	Característica de fuste	Forma de copa
					Brinzales altura (0,30 m < 1,40 m)	Latizal bajo (1,50 m alt - 4,9 cm DAP)	Latizal alto (5,0 cm DAP - 9,9 cm DAP)	Fustales (10 cm DAP – 19,9 cm DAP)			
1	1	Terraza alta	PA1	Tornillo	4	-	-	-	2	2	2
2	1	Terraza alta	PA1	Tornillo	-	4	-	-	1	2	1
3	1	Terraza alta	PA1	Tornillo	-	4,88	-	-	1	1	1
4	1	Terraza alta	PA1	Pashaco	-	3	-	-	2	2	3
5	1	Terraza alta	PA1	Pashaco	-	-	-	15	2	2	4
6	1	Terraza alta	PA1	Pashaco	-	-	7,15	-	2	1	1
7	1	Terraza alta	PA1	Tornillo	-	4,88	-	-	1	1	1
8	1	Terraza alta	PA1	Pashaco	-	-	6,7	-	2	1	2
9	1	Terraza alta	PA1	Pashaco	-	-	-	11	2	3	3
10	1	Terraza alta	PA1	Pashaco	1,1	-	-	-	1	2	1
11	2	Terraza Media	PA2	Tornillo	1,1	-	-	-	1	2	4
12	2	Terraza Media	PA2	Pashaco	-	-	6,25	-	1	1	2
13	2	Terraza Media	PA2	Tornillo	-	4,88	-	-	2	2	2
14	2	Terraza Media	PA2	Tornillo	-	-	8,1	-	2	2	3
15	2	Terraza Media	PA2	Pashaco	-	-	-	12	3	3	4
16	2	Terraza Media	PA2	Pashaco	-	4,35	-	-	1	1	1
17	2	Terraza Media	PA2	Pashaco	-	4,1	-	-	1	2	2
18	2	Terraza Media	PA2	Pashaco	0,8	-	-	-	1	2	1
19	2	Terraza Media	PA2	Pashaco	-	-	-	11	2	2	2
20	2	Terraza Media	PA2	Pashaco	1,2	-	-	-	3	3	3

21	2	Terraza Media	PA2	Pashaco	-	-	7	-	1	2	1
22	2	Terraza Media	PA2	Pashaco	-	-	7,15	-	2	2	2
23	2	Terraza Media	PA2	Tornillo	-	4,88	-	-	1	1	1
24	2	Terraza Media	PA2	Pashaco	1,38	-	-	-	2	1	2
25	2	Terraza Media	PA2	Pashaco	-	-	6,3	-	2	1	2
26	2	Terraza Media	PA2	Pashaco	1,1	-	-	-	1	2	4
27	3	Terraza alta	PA3	Pashaco	1	-	-	-	1	1	1
28	3	Terraza alta	PA3	Pashaco	1,25	-	-	-	2	3	2
29	3	Terraza alta	PA3	Tornillo	-	3	-	-	3	3	2
30	3	Terraza alta	PA3	Pashaco	-	2,5	-	-	1	1	1
31	3	Terraza alta	PA3	Pashaco	-	-	-	15	2	2	2
32	4	Terraza Media	PA4	Pashaco	1,1	-	-	-	2	2	2
33	4	Terraza Media	PA4	Pashaco	0,8	-	-	-	1	1	1
34	4	Terraza Media	PA4	Tornillo	-	2,1	-	-	2	1	1
35	4	Terraza Media	PA4	Pashaco	-	-	6,15	-	3	2	2
36	4	Terraza Media	PA4	Tornillo	-	-	7,2	-	1	1	1
37	4	Terraza Media	PA4	Pashaco	-	-	5,1	-	1	1	1
38	4	Terraza Media	PA4	Tornillo	-	-	-	12	2	2	2
39	4	Terraza Media	PA4	Tornillo	0,35	-	-	-	1	1	2
40	5	Terraza alta	PA5	Pashaco	0,65	-	-	-	1	1	1
41	5	Terraza alta	PA5	Tornillo	1,2	-	-	-	1	2	1
42	5	Terraza alta	PA5	Tornillo	1,5	-	-	-	2	2	2
43	5	Terraza alta	PA5	Pashaco	-	3	-	-	2	2	2
44	5	Terraza alta	PA5	Pashaco	-	-	-	15	1	1	1
45	5	Terraza alta	PA5	Pashaco	-	-	7,15	-	2	3	4
46	5	Terraza alta	PA5	Tornillo	-	4,88	-	-	2	1	1
47	5	Terraza alta	PA5	Pashaco	-	-	6,7	-	1	1	1
48	5	Terraza alta	PA5	Pashaco	-	-	-	11	3	3	4
49	5	Terraza alta	PA5	Tornillo	0,35	-	-	-	1	2	1
50	5	Terraza alta	PA5	Pashaco	-	-	9	-	2	2	4
51	6	Terraza Media	PA6	Tornillo	0,45	-	-	-	2	2	2
52	6	Terraza Media	PA6	Pashaco	-	4	-	-	1	2	1
53	6	Terraza Media	PA6	Tornillo	-	4,88	-	-	1	1	1
54	6	Terraza Media	PA6	Pashaco	-	3	-	-	2	2	1
55	6	Terraza Media	PA6	Pashaco	-	-	-	15	2	2	4
56	6	Terraza Media	PA6	Pashaco	-	-	7,15	-	2	1	1
57	6	Terraza Media	PA6	Tornillo	-	4,88	-	-	1	1	1
58	6	Terraza Media	PA6	Pashaco	-	-	6,7	-	2	1	2
59	6	Terraza Media	PA6	Pashaco	-	-	-	11	2	3	3
60	6	Terraza Media	PA6	Pashaco	1,1	-	-	-	1	2	1
61	6	Terraza Media	PA6	Tornillo	0,4	-	-	-	2	2	2
62	6	Terraza Media	PA6	Tornillo	-	4	-	-	1	2	1
63	6	Terraza Media	PA6	Tornillo	-	4,88	-	-	1	1	1
64	6	Terraza Media	PA6	Pashaco	-	3	-	-	2	1	2
65	6	Terraza Media	PA6	Pashaco	-	-	-	15	2	2	4
66	6	Terraza Media	PA6	Pashaco	-	-	7,15	-	2	1	1
67	6	Terraza Media	PA6	Tornillo	-	4,88	-	-	1	1	1
68	6	Terraza Media	PA6	Pashaco	-	-	6,7	-	1	1	2
69	6	Terraza Media	PA6	Pashaco	-	-	-	11	2	3	3
70	6	Terraza Media	PA6	Pashaco	1,1	-	-	-	1	2	1
71	7	Terraza alta	PA7	Pashaco	0,8	-	-	-	2	2	2
72	7	Terraza alta	PA7	Tornillo	-	3	-	-	2	2	1
73	7	Terraza alta	PA7	Tornillo	-	4,88	-	-	1	1	1
74	7	Terraza alta	PA7	Pashaco	-	3	-	-	2	2	1

75	7	Terraza alta	PA7	Pashaco	-	-	-	12	2	2	4
76	7	Terraza alta	PA7	Pashaco	-	-	6,15	-	2	1	1
77	7	Terraza alta	PA7	Tornillo	-	4	-	-	1	2	1
78	7	Terraza alta	PA7	Pashaco	-	-	9,7	-	2	3	3
79	7	Terraza alta	PA7	Pashaco	-	-	-	18	2	3	3
80	7	Terraza alta	PA7	Tornillo	1,1	-	-	-	1	3	1
81	8	Terraza Media	PA8	Pashaco	0,32	-	-	-	1	2	2
82	8	Terraza Media	PA8	Tornillo	1,1	-	-	-	1	1	1
83	8	Terraza Media	PA8	Tornillo	-	4,88	-	-	1	1	1
84	8	Terraza Media	PA8	Pashaco	-	-	7,1	-	1	1	1
85	8	Terraza Media	PA8	Pashaco	-	-	-	15	2	2	4
86	8	Terraza Media	PA8	Pashaco	-	-	-	1	2	1	1
87	8	Terraza Media	PA8	Tornillo	-	3,9	-	-	1	1	1
88	9	Terraza alta	PA9	Tornillo	0,82	-	-	-	1	1	2
89	9	Terraza alta	PA9	Pashaco	-	-	7,15	-	2	2	1
90	9	Terraza alta	PA9	Tornillo	-	14,88	-	-	1	1	1
91	9	Terraza alta	PA9	Pashaco	-	-	-	12	2	2	1
92	9	Terraza alta	PA9	Pashaco	-	-	-	15	2	2	4
93	9	Terraza alta	PA9	Pashaco	-	-	7,15	-	1	1	1
94	9	Terraza alta	PA9	Tornillo	-	4,88	-	-	1	1	1
95	9	Terraza alta	PA9	Pashaco	-	-	6,7	-	1	2	1
96	9	Terraza alta	PA9	Pashaco	-	-	-	11	2	3	3
97	9	Terraza alta	PA9	Pashaco	1,1	-	-	-	1	1	1
98	9	Terraza alta	PA9	Pashaco	-	-	7,15	-	2	1	1
99	9	Terraza alta	PA9	Tornillo	-	3,15	-	-	1	1	1
100	9	Terraza alta	PA9	Pashaco	-	-	6,7	-	1	1	1
101	9	Terraza alta	PA9	Pashaco	-	-	9	-	2	3	3
102	9	Terraza alta	PA9	Pashaco	-	4	-	-	2	2	3
103	10	Terraza Media	PA10	Pashaco	0,8	-	-	-	2	2	2
104	10	Terraza Media	PA10	Tornillo	-	4	-	-	1	2	1
105	10	Terraza Media	PA10	Pashaco	-	-	-	11	1	1	1
106	10	Terraza Media	PA10	Pashaco	-	3	-	-	2	1	4
107	10	Terraza Media	PA10	Tornillo	-	-	-	15	2	2	4
108	10	Terraza Media	PA10	Tornillo	-	-	7,15	-	2	1	1
109	10	Terraza Media	PA10	Tornillo	-	4,88	-	-	1	1	1
110	10	Terraza Media	PA10	Pashaco	1,35	-	-	-	2	2	3
111	10	Terraza Media	PA10	Pashaco	-	-	-	17	2	3	3
112	10	Terraza Media	PA10	Tornillo	1,1	-	-	-	1	2	1

Tabla 26

Coordenadas de las parcelas de muestreo en el área de estudio

COORDENADAS UTM WGS 84						
Parcela	Vértices	Este	Norte	Vértices	Este	Norte
1	V1	493425	8639681	V3	493475	8639661
	V2	493475	8639681	V4	493425	8639661
2	V1	492939	8639781	V3	492959	8639731
	V2	492959	8639781	V4	492939	8639731
3	V1	492888	8639245	V3	492908	8639195
	V2	492908	8639245	V4	492888	8639195

4	V1	492260	8638977	V3	492310	8638957
	V2	492310	8638977	V4	492260	8638957
5	V1	492624	8638705	V3	492674	8638685
	V2	492674	8638705	V4	492624	8638685
6	V1	491983	8638761	V3	492033	8638741
	V2	492033	8638761	V4	491983	8638741
7	V1	491924	8638452	V3	491944	8638402
	V2	491944	8638452	V4	491924	8638402
8	V1	491953	8638272	V3	491973	8638222
	V2	491973	8638272	V4	491953	8638222
9	V1	492143	8638014	V3	492163	8637964
	V2	492163	8638014	V4	492143	8637964
10	V1	491828	8637982	V3	491848	8637932
	V2	491848	8637982	V4	491828	8637932

“Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú”
**“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la
conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”**

**CERTIFICACIÓN DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE
ESPECÍMENES VEGETALES**

El que suscribe, **Ing. WALTER FLORES CASANOVA** Especialista Forestal en Identificación Taxonómica de especies de flora silvestre, mediante Resolución Directoral N° 111-2016-SERFOR/DGGSPFFS-DGSPF, con Código de Licencia **LC-ES-2019-009**; del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR.

CERTIFICA, que los especímenes (02) presentado por el Bach Forestal: **Luis Silva Yucra** con DNI: **41935405**, del proyecto de investigación de su tesis titulado: **“EVALUACION DE LA REGENERACIÓN NATURAL DE CEDRELINGA CATENIFORMIS (Tornillo) y Schizolobium sp. (Pashaco), EN DOS BOSQUES DE MANEJO FORESTAL, TAMBOPATA-MADRE DE DIOS”**; para su identificación y/o determinación, para efectos de validación del trabajo de tesis”. Corresponden a los siguientes taxa aceptados oficialmente:

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VERNACULAR	FAMILIA
Cedrelinga cateniformis (Ducke)Ducke)	Tornillo	Fabaceae
Schizolobium sp	Pashaco	Fabaceae

De acuerdo a la descripción de sus características vegetativas y reproductivas, las que están registrada para la Flora del Perú: Departamento de Madre de Dios; en el catálogo de Angiospermas y Gimnospermas del Perú de Lois Brako and James L. Zarucchi (1993), al APG IV (Angiosperm Phylogenetic Group, 2016) y en el Taxonomic Name Resolution Service v4.1. (2020). Se expide el presente certificado a solicitud de la interesada para los fines que considere conveniente.

Puerto Maldonado, 02 de agosto de 2024



.....
Ing. WALTER FLORES CASANOVA

LIC-ES-2016-009