

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL  
FILIAL JAÉN**



**RENDIMIENTO DE ASERRÍO DE COPAIBA (*Copaifera reticulata*  
Ducke) Y LUPUNA (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn) EN TAHUAMANU-  
MADRE DE DIOS**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO FORESTAL**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:  
Dunia Indira Ramirez Correa**

**ASESOR:  
Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado**

**Jaén – Perú**

**2019**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
Fundada por Ley N° 14015 del 13 de Febrero de 1,962  
*"Norte de la Universidad Peruana"*  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL  
SECCIÓN JAÉN  
Bolívar N° 1342 - Plaza de Armas - Telfs. 431907 - 431080  
JAÉN - PERÚ



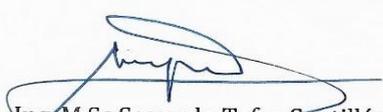
### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

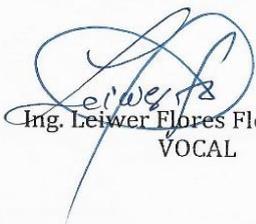
En la ciudad de Jaén, a los dieciocho días del mes de Julio del año dos mil diecinueve, se reunieron en el Ambiente del Auditorio Auxiliar de la Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 81-2019-FCA-UNC, de fecha 12 de Abril de 2019, con el objeto de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado **"RENDIMIENTO DE ASERRIO DE COPAIBA (*Copaifera reticulata* Ducke) Y LUPUNA (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn) EN TAHUAMANU - MADRE DE DIOS**, ejecutado por la Bachiller en Ciencias Forestales Srta. **DUNIA INDIRA RAMIREZ CORREA**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

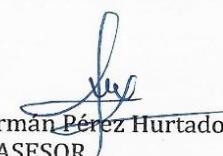
A las diez horas y cero minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando a la sustentante a exponer su trabajo de Tesis y luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Terminado el acto de sustentación el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **dieciséis (16)**; por tanto, la Bachiller queda expedita para que inicie los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las once horas y veinte minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

  
Dr. Segundo P. Vaca Marquina  
PRESIDENTE

  
Ing. M.Sc Segundo Tafur Santillán  
SECRETARIO

  
Ing. Leiver Flores Flores  
VOCAL

  
Ing. M.Sc. Germán Pérez Hurtado  
ASESOR

## **DEDICATORIA**

Este trabajo va dedicado principalmente a mi madre Antonia Correa Paz, por su apoyo incondicional, por darme la oportunidad de cumplir mis metas, porque gracias a ella soy lo que soy; a mis hermanos(as) Mireya, Mayda, Lincoln y Jacob por su motivación y cariño.

Y a la memoria de mi padre Carlos Ramirez Adrianzén que desde el cielo me guía.

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente, a Dios por ser mi guía en todo momento y darme la fortaleza para alcanzar mis metas.

A mi familia por apoyarme y motivarme en todo momento para cumplir mi objetivo.

A la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Cajamarca – Filial Jaén, por permitirme realizar mis estudios y concluirlos de manera satisfactoria.

A mi asesor, el Ingeniero Forestal Germán Pérez Hurtado por su tiempo y apoyo durante el desarrollo de mi tesis.

A los Ingenieros Luis Dávila Estela y Segundo Medardo Tafur Santillán por apoyarme durante todo este proceso.

A la empresa Grupo Cardozo S.A.C., por permitirme desarrollar esta investigación y a todas las personas que directa e indirectamente me apoyaron para desarrollar este proyecto importante en mi vida.

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	11
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
2.2. BASES TEÓRICAS.....	14
2.2.1. Industria de la madera.....	14
2.2.2. Los aserraderos.....	15
2.2.3. Transformación de la madera .....	17
2.2.4. Estudio de rendimiento en el aserrío de trozas .....	17
2.2.5. Clasificación taxonómica de las especies estudiadas.....	18
2.3. CONCEPTOS BÁSICOS .....	25
2.3.1. Rendimiento.....	25
2.3.2. Estudio de rendimiento.....	25
2.3.3. Aserrío .....	25
2.3.4. Consesión forestal.....	25
2.3.5. Aserradero .....	26
2.3.6. Rendimiento en el aserrío de trozas .....	26
2.3.7. Rendimiento volumétrico total .....	28
2.3.8. Factores que inciden sobre el rendimiento volumétrico .....	30
2.3.9. Diagrama de cortes en aserrío .....	36
2.3.10. Fórmulas para medir el volumen.....	38
2.3.11. Muestras de trozas .....	39
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	40
3.1. Lugar de ejecución.....	40
3.2. Pcedencia de las muestras de estudio.....	40
3.2.1. Aserradero Grupo Cardozo SAC. ....	45
3.3. MATERIALES Y EQUIPOS: .....	46
3.3.1. Materiales de campo .....	46
3.3.2. Equipos.....	46
3.3.3. Materiales de gabinete .....	46
3.4. METODOLOGÍA .....	46
3.4.1. Diseño experimental.....	46
3.4.2. Variables: .....	46
3.4.3. Matriz de Operacionalización .....	47
3.4.4. Población .....	47

3.4.5. Muestra .....	47
3.4.6. Unidad de la muestra .....	48
3.4.7. Estimativas estadísticas a utilizar .....	48
3.5. PROCEDIMIENTO .....	49
3.5.1. Selección de las trozas.....	49
3.5.2. Recolección de datos .....	50
3.5.3. Marcado de la troza .....	50
3.5.4. Evaluación y cálculos .....	53
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	55
4.1. <i>Copaifera reticulata</i> Ducke (Copaiba) .....	55
4.2. <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn. (Lupuna) .....	66
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	78
5.1. Conclusiones.....	78
5.2. Recomendaciones .....	79
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
Anexo	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Flora existente en la zona.....	42
Tabla 2. Fauna existente en la zona.....	43
Tabla 3. Capacidad de la planta.....	44
Tabla 4. Matriz de operacionalización.....	46
Tabla 5. Volumen de madera rolliza y calidad de fuste de <i>Copaifera reticulata</i> Ducke.....	55
Tabla 6. Volumen de madera aserrada de <i>Copaifera reticulata</i> Ducke.....	57
Tabla 7. Número de piezas por troza de <i>Copaifera reticulata</i> Ducke.....	60
Tabla 8. Rendimiento de madera rolliza a madera aserrada de <i>Copaifera</i> <i>reticulata</i> Ducke.....	62
Tabla 9. Correlación entre el volumen de madera rolliza y el volumen de madera aserrada de <i>Copaifera reticulata</i> Ducke.....	64
Tabla 10. Volumen de madera rolliza y calidad de fuste de <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn. ....	66
Tabla 11. Volumen de madera aserrada de <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn .....	68
Tabla 12. Número de piezas por troza de <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn .....	71
Tabla 13. Rendimiento de <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn .....	73
Tabla 14. Correlación entre el volumen de madera rolliza y el volumen de madera aserrada de <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn .....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de aserrío de las trozas 1.....	37
Figura 2. Diagrama de aserrío de las trozas 2.....	37
Figura 3. Lugar de ubicación del aserradero Grupo Cardozo S.A.C.....	41
Figura 4. Volumen de madera rolliza por troza de <i>Copaifera reticulata</i> Ducke. ....	56
Figura 5. Volumen de madera aserrada por troza de <i>Copaifera reticulata</i> Ducke.....	58
Figura 6. Relación de volumen rollizo y volumen aserrado de <i>Copaifera reticulata</i> Ducke. ....	59
Figura 7. Número de piezas aserradas por troza de <i>Copaifera reticulata</i> Ducke. ....	61
Figura 8. Rendimiento de madera rolliza a aserrada de <i>Copaifera reticulata</i> Ducke.	63
Figura 9. Correlación entre el volumen de madera rolliza y el volumen de madera aserrada de <i>Copaifera reticulata</i> Ducke.....	65
Figura 10. Volumen de madera rolliza por troza de <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.....	67
Figura 11. Volumen de madera aserrada por troza de <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	69
Figura 12. Relación de madera rolliza y madera aserrada de <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn .....	70
Figura 13. Número de piezas aserradas por troza de <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn..	72
Figura 14. Rendimiento de madera rolliza a madera aserrada de <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn .....	74
Figura 15. Correlación entre el volumen de madera rolliza y el volumen de madera aserrada de <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn .....	76

## ANEXOS

ANEXO 1. Panel Fotográfico

ANEXO 2. Formatos de registro de información de madera rolliza y madera aserrada

ANEXO 3. Resolución Directoral Regional 279-2017 (Especies estudiadas)

ANEXO 4. Autorización de la empresa Grupo Cardozo S.A.C

## RESUMEN

El presente estudio fue realizado en la empresa Grupo Cardozo S.A.C., ubicado en el departamento de Madre de Dios, provincia de Tahuamanu y distrito de Ñapari. La investigación tuvo como objetivo principal determinar el rendimiento en aserrío de *Copaifera reticulata* Ducke y *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. Para determinar el número de muestras (trozas) a utilizar en el presente estudio se tomó como referencia la Norma COPANT 458, norma que sugiere por especie un máximo de 120 trozas y 10 trozas como mínimo, para efectos estadísticos la recomendación es de 30 trozas por especie (Chávez 1997); de una población de 220 trozas de *Copaifera reticulata* Ducke, se seleccionaron 30 trozas al azar; así mismo para una población de 260 trozas de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, se eligieron 30. Las trozas para ambas especies fueron clasificadas en dos calidades A y B. En *Copaifera reticulata* Ducke, para un volumen total rollizo de 147.240 m<sup>3</sup>, se obtuvo 61.854 m<sup>3</sup> de madera aserrada; con un rendimiento de aserrío promedio de 42.20 %. En *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, de 175.800 m<sup>3</sup> de madera rolliza, se obtuvo 80.199 m<sup>3</sup> de madera aserrada con un rendimiento promedio de madera aserrada de 45.40 %.

**Palabras claves:** Rendimiento, aserrío, en *Copaifera reticulata* Ducke y *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, Tahuamanu.

## ABSTRACT

The study was carried out in the company Grupo Cardozo S.A.C.; located in the department of Madre de Dios, province of Tahuamanu and district of Iñapari. The main objective of the research was to determine the yield in sawing of *Copaifera reticulata* Ducke and *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. To determine the number of samples (logs) to be used in the present study, the Standard COPANT 458 was taken as a reference, norm that suggests by species a maximum of at least 120 logs and 10 logs. For statistical purposes the recommendation is 30 logs per species (Chávez 1997); from a population of 220 logs of *Copaifera reticulata* Ducke, 30 logs were selected at random. Likewise, for a population of 260 logs of *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, 30 were chosen. The logs for both species were classified into two grades A and B. In *Copaifera reticulata* Ducke, for a total lumpy volume of 147,240 m<sup>3</sup>, 61,854 m<sup>3</sup> of sawn wood was obtained; with an average sawmill yield of 42.20 %. In *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, of 175,800 m<sup>3</sup> of round wood, 80,199 m<sup>3</sup> of sawn wood was obtained with an average yield of sawn wood of 45.40 %.

Keywords: Performance, sawmill, in *Copaifera reticulata* Ducke and *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn , Tahuamanu.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente Madre de Dios es uno de los departamentos del Perú que cuenta con un alto número de empresas dedicadas al aserrío de la madera. Este es uno de los productos más importantes dentro de la industria forestal. El estudio del procesamiento de la madera en troza es importante para determinar la rentabilidad de la operación (Chávez 1997).

Con el incremento de la demanda de madera aserrada tanto a nivel nacional e internacional, la industria del aserrío requiere ser más competitiva en los procesos de transformación primaria. Para mejorar el coeficiente de aserrío y la productividad del proceso de aserrío, requiere optimizar la interacción de los parámetros que definen las características de las máquinas. La calidad y volúmenes de las trozas procesadas, los productos generados y tiempos de producción en el proceso de aserrío (Cahuana 2007).

Es importante conocer el volumen de producción y el rendimiento por tipo de producto obtenido, lo que nos ayudará a determinar la rentabilidad del producto. El presente estudio pretende aportar antecedentes que permitan conocer sobre el aprovechamiento real, ya que hay una incertidumbre de cuanto rinde cada especie.

La Empresa Grupo Cardozo S.A.C., es una empresa dedicada a realizar servicio de aserrío a otras empresas de la zona, principalmente de las especies de mayor demanda en el mercado nacional e internacional; estando dentro de ellas las especies en estudio; copaiba *Copaifera reticulata* Ducke y lupuna *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, dichas muestras (trozas) son provenientes del consolidado MADERACRE.

Dada la importancia y la necesidad de conocer el rendimiento de madera rolliza de *Copaifera reticulata* Ducke y *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, en madera aserrada, se realizó la presente tesis, basada en los siguientes objetivos:

El objetivo general de la investigación fue determinar el volumen de producción y rendimiento de madera aserrada de copaiba *Copaifera reticulata* Ducke y lupuna *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. Los objetivos específicos fueron:

Determinar el rendimiento de aserrío de copaiba *Copaifera reticulata* Ducke y lupuna *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, para la obtención de madera comercial.

Calcular la variabilidad de rendimientos de copaiba *Copaifera reticulata* Ducke y lupuna *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, en aserrío para la obtención de madera comercial.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Aldás (2014), estudió el rendimiento en el proceso de transformación de madera rolliza a madera escuadrada de pino (*Pinus radiata* D. Don), con dos tipos de aserradero, en la ciudad de Riobamba-Ecuador. Cuyo objetivo fue evaluar el rendimiento de los dos tipos de aserraderos donde se concluye que en el primer aserradero con sierra de cinta se obtuvo un rendimiento de 45 %, en el segundo aserradero con sierra circular se obtuvo un rendimiento de 35 %.

Ortiz (2015), realizó estudios de las operaciones de un aserradero con la finalidad de determinar el coeficiente y calidad de aserrío del género *Pinus* en la región sierra sur, Oaxaca, México, donde se concluye que el coeficiente de aserrío real total fue de 44,18 % y 48,27 % con corteza y sin corteza respectivamente, sin la influencia de la corteza el rendimiento aumenta un 4,08 % en madera serrada. El rendimiento sin corteza en el aserradero evaluado de 48,27 %, equivalente a obtener 216 PT (0,51 m<sup>3</sup>) por cada metro cubico de madera rollo, o bien, se requieren 4,62 m<sup>3</sup> rollo para obtener 1000 PT.

Vásquez (2013), estudió rendimiento por grados de calidad en el aserrío de *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) en el aserradero AFRESAC, Iquitos – 2013, para determinar el rendimiento por grados de calidad en el aserrío de *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) en la planta de aserrío de Agro Forestal Requena S.A.C. (AFRESAC), Iquitos. Donde se concluyó que los rendimientos promedios por trozas y por grados de calidad encontrados en este estudio fueron de 36,08 % (11.800 m<sup>3</sup>) para el grado comercial y 21,24 % (6.896 m<sup>3</sup>) para el grado de recuperación.

Rosales (2003), estudió el coeficiente de conversión para el aserrío de *Dypteryx odorata* (Aublet) Willd (Shihuahuaco), en el aserradero Forestal Río Piedras S.A.C. Documento Técnico MDD-Puerto Maldonado; con la finalidad de determinar el coeficiente de conversión para aserrío y confeccionar una tabla de rendimiento de madera aserrada; donde se obtuvo como resultado El coeficiente de conversión promedio encontrado para la especie shihuahuaco

es 0.45.

Cahuana (2007), realizó un estudio de rendimiento y tiempos en el proceso de aserrío de la especie *Swietenia macrophylla* King (caoba), en un aserradero de cinta vertical en el distrito de Iñapari, donde determinó un coeficiente de aserrío real de 45,06 %.

González (2003), en un estudio del rendimiento de madera aserrada larga comercial y corta a partir de madera rolliza de *Hura crepitans* (catahua), encontró el rendimiento promedio por troza fue de 43.43 %, con un coeficiente de variación de 40.65 %; no existe correlación entre el rendimiento y el diámetro de las trozas; el rendimiento es inversamente proporcional a la longitud de las trozas debido a que trozas con mayores longitudes tienen mayores defectos, y por lo tanto, menor rendimiento; la ecuación que relaciona la longitud con el rendimiento es una ecuación logarítmica; existe correlación baja entre la longitud y el rendimiento, y el coeficiente de determinación fue 19.52 %; el rendimiento promedio por troza de madera larga comercial fue de 38.16 %, y el de madera corta fue de 5.27 %.

Actualmente, la DGFFS (Dirección general de flora y fauna silvestre), usa un factor de 52 % (220 PT por cada metro cúbico de madera rolliza) que representa el valor promedio a nivel mundial para cualquier tipo de sierra y que suele emplearse especialmente para fines estadísticos.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Industria de la madera**

La industria maderera está comprendida casi en su totalidad por la transformación mecánica de madera rolliza a madera escuadrada, abarcando las líneas de aserrado, parquet, laminados y otros productos Salas (2007).

La industria de aserrío en el Perú se caracteriza fundamentalmente por una reducida producción, debido a que existen diferentes factores que hacen variar la producción, como por ejemplo el número de cortes para

convertir un volumen determinado de madera rolliza en madera aserrada de ciertas dimensiones, los diámetros de las trozas y dureza de la madera.

Alvarez et al. (2004), mencionan que la posible evaluación de las industrias del aserrío está sujeta a la interacción de un sin número de variables, a las que se agregan constantemente nuevos factores que pueden modificar considerablemente las operaciones iniciales. Así mismo indican que el desarrollo de este sector está influenciado directamente por la materia prima, por la evaluación de la demanda de los productos y de la disposición de absorber cambios técnicos, además influirán de manera determinante los efectos de la sociedad sobre el ambiente.

## **2.2.2. Los aserraderos**

Expresa que las instalaciones industriales donde se efectúa la elaboración de la madera en rollo para obtener madera aserrada, reciben el nombre de serrerías o aserraderos. En los aserraderos, aunque es recomendable que la operación de elaboración se complemente con la de secado en cámaras de los productos obtenidos, no tienen por qué incluir necesariamente esta última. Generalmente, los productos finales de aserrado, tablonés, tablas, vigas y viguetas se venden con una humedad del 15 al 20 %. Reciben el nombre de aserríos porque los elementos o máquinas principales que intervienen en este proceso industrial están constituidos exclusivamente por sierras (Zavala 1991).

### **2.2.2.1. Tipos de aserraderos en Madre de Dios**

Miche (2006), considera que el proceso de industrialización de las especies arbóreas (forestales) en Madre de Dios; se realizaba la producción de madera bruta (madera escuadrada); el trabajo de transformación se realizaba con aserraderos portátiles (aserraderos con armazón de castillo con fuerza de dos motosierras); quiere decir transformados en el lugar donde

la especie es talada; con el paso del tiempo la región de Madre de Dios fue industrializándose con maquinarias sofisticadas para la transformación y producción de madera escuadrada, quiere decir aserraderos portátiles tales como:

- **Aserradero portátil a sierra disco**, con fuerza de un peke-peke 16 HP; este tipo de maquinaria también es transportada al mismo lugar de trabajo, quiere decir donde árbol es talado, con la ventaja de que con este tipo de maquinaria la extracción de madera no está restringida como si lo está con aserradero con armazón de castillo (Miche 2006).
- **Aserradero estacionario a sierra disco**, con fuerza motor Toyota, para este tipo de aserraderos es necesario llevar las trozas de madera hasta el lugar o plataforma de aserrado, quiere decir todas las trozas a ser transformadas tienen que ser llevados de su lugar de origen hasta donde se encontrase instalado el aserradero (Miche 2006).
- **Aserraderos Estacionarios Mite Mite**, con fuerza de motor Volkswagen aserradero con armazón de castillo para aserrado de madera en una plataforma y lo cual las trozas tienen que ser transportadas desde el lugar de origen hasta la instalación del aserradero; tipo de aserradero a disco (Miche 2006).
- **Aserraderos de sierra a cinta**, el avance tecnológico de la industria para la transformación de madera en Madre de Dios fue positiva; porque se iba implementando con mejores maquinarias para un mejor aprovechamiento y evitar mayor desperdicios de las trozas, claro está estas empresas madereras fueron instaladas por su alto costo en la ciudad de Puerto Maldonado; las trozas de madera para el abastecimiento de los mencionados aserraderos las

trozas son extraídas de lugares muy distantes donde se encuentra instaladas; el transporte es por vía acuática como también por vía terrestre (Miche 2006).

### **2.2.3. Transformación de la madera**

La forma más simple de industrializar la madera a partir de la troza, es su aserrado mediante gran variedad de máquinas y herramientas que pueden ser desde manual hasta los aserríos sumamente automatizados, capaces de producir 250 m<sup>3</sup> de madera aserrada en sección de trabajo. El desarrollo de este sector está influenciado directamente por la materia prima, por la evaluación de la demanda de los productos y de la disposición de absorber cambios técnicos, además influirán de manera determinante los efectos del hombre sobre el medio ambiente (Zavala 1991).

Las tendencias tienen consecuencias importantes sobre la industria del aserrado actual, por lo que a nivel mundial se han implementado diferentes tecnologías que permiten mejorar los indicadores de la eficiencia en los aserraderos, desde las basadas en la aplicación de prácticas de aserrado, apoyándose fundamentalmente en la pericia y habilidad del personal técnico del aserradero y en las 7 características de la materia prima, hasta las que parten de programas de optimización que son capaces de analizar diferentes variables y tomar decisiones de aserrado en un corto intervalo de tiempo (Egas 1998).

### **2.2.4. Estudio de rendimiento en el aserrío de trozas**

Un estudio de rendimiento, es la evaluación del volumen de madera aserrada que se obtiene de cada troza procesada. Es decir, es la relación entre el volumen producido de madera aserrada y el volumen en troza. También se define como la determinación del volumen de productos obtenidos versus el volumen de troza empleada (Delgado y García 2004).

El rendimiento en aserrío, se determina mediante el coeficiente de aserrío o coeficiente de aserrado (Chávez y Guillen 1997).

## 2.2.5. Clasificación taxonómica de las especies estudiadas

### 2.2.5.1. *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

Clasificación según el grupo para la filogenia de las Angiospermas - APG IV (2016):

Division : Angiospermae  
Clase : Equisetopsida C. Agardh.  
Subclase : Magnoliidae Novák ex Takht.  
Superorder : Rosanae Takht.  
Orden : Malvales Juss.  
Familia : Malvaceae Juss.  
Género : *Ceiba* Mill.  
Especie : *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.  
Nombre común : Lupuna

Sistema de clasificación según Arthur Cronquist (1988 - 1993):

Division : Magnoliophyta  
Clase : Magnoliopsida  
Subclase : Dilleniidae  
Orden : Malvales  
Familia : Bombacaceae  
Género : *Ceiba* Mill.  
Especie : *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.  
Nombre común : Lupuna

El árbol de ceiba ha recibido muchos nombres, según los idiomas y dialectos empleados a lo largo de su amplia distribución geográfica. En la Amazonía peruana le llaman

lupuna y en Colombia la llaman bongu. La ceiba fue nombrada científicamente por Carlos Linneo, quien le llamó *Bombax pentandrum*. Bombax deriva del griego bombyx, que significa seda, por el parecido de la seda con las fibras que rodean las semillas de la ceiba. Pentandrum significa con cinco estambres.

En 1791, Joseph Gaertner movió la especie al género Ceiba. Otros botánicos han descrito la especie usando nombres distintos y la han dividido en variedades, pero el nombre válido sigue siendo *Ceiba pentandra*. Los botánicos escriben el nombre completo así: *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn., para indicar que la especie fue descrita por Linneo y que Gaertner la colocó en el género actual.

#### **Descripción:**

*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn (lupuna) es un árbol de rápido crecimiento de la familia Bombacaceae que puede alcanzar una altura de hasta 50 m y un diámetro normal de 2 m o más (Pennington y Sarukhán, 2005; Alvarado et al., 2010); crece de forma natural en las áreas tropicales húmedas y subhúmedas de América desde México hasta Colombia, Venezuela y Ecuador, en las Antillas desde Cuba y Jamaica hasta Trinidad y Tobago (Chinea-Rivera 2000; Alvarado et al. 2010).

**Forma:** Arbol muy grande de crecimiento rápido, hasta 40 m en altura y 200 cm en diámetro; fuste recto con longitudes comerciales de 20 m.

**Copa:** Esférica o redonda, grande, en los arboles adultos con ramas verticiladas o abundantes ascendiendo oblicuamente, follaje verde claro y abierto.

**Corteza:** Gris-pálida, moderadamente lisa; aguijones

cónicos esparcidos irregularmente hacia la parte de arriba del tronco.

**Hojas:** Digitado-compuestas, agrupadas alternamente al final de las ramillas. Pecíolo de 5 cm a 25 cm de largo, parcialmente rojizo hacia la base, pulvinado en ambos extremos de 5 a 9 folíolos sésiles. El haz verde oscuro, el envés de color verde pálido. Nervio principal prominente y de 10 a 20 pares de nervios secundarios, verdes amarillentos.

**Flores:** Fascículos pendulosos colgando al final de las ramillas, flores hermafroditas, blancuzcas, grandes.

**Frutos:** Cápsulas fusiformes de 10 cm a 20 cm de largo y de 3 cm a 6 cm de diámetro, parduzcas palidas, abriendo en 5 valvas.

**Semillas:** De color negro, se puede almacenar a temperatura ambiente durante 15 días sin reducir significativamente el porcentaje de germinación. Un kg contiene aproximadamente de siete a diez semillas.

**Tipo de semilla:** ortodoxa

### **Características de la madera**

**Trabajabilidad:** Aserrío fácil; cepillado de satisfactorio o moderadamente difícil, acepta colorantes muy bien; el torneado, taladro y escopleado muy deficiente; no presenta problemas de rajaduras por tornillos, moldeado deficiente, de lijado regular.

**Durabilidad:** De baja resistencia a los hongos y susceptible al ataque de termitas.

**Secado:** Seca con rapidez moderada y sus defectos

también son moderados.

**Usos:** Canoas, balsas, chapas, acabados para interiores, empaques y embalajes, juguetería, pulpa y papel, aislante térmico de todo tipo, paredes interiores - artesanías.

### **Aspectos silviculturales**

**Propagación:** Se reproduce por semillas (sexual) y a través de estacas con hojas (asexual).

**Tratamiento de semillas:** Sumergir las semillas en agua fría durante 24 horas, antes de la siembra.

**Método de plantación:** Planta en bolsa y pseudoestaca.

**Exigencia a la luz:** Es una planta heliofita, en los ensayos a nivel de plantaciones del PROECEN en diferentes sitios, crece bien a plena luz.

**Exigencia al suelo:** Prefiere suelos aluviales bien drenados y profundos.

**Distanciamiento:** El distanciamiento inicial utilizado en ensayos a nivel de plantaciones es de 3 m x 3 m según PROYECTO PD8/92 REV2 F. Estudio de crecimiento de especies nativas de interés comercial en Honduras (PROECEN) "Colección de maderas tropicales de Honduras".

#### **2.2.5.2. *Copaifera reticulata* Ducke.**

Clasificación según el grupo para la filogenia de las Angiospermas - APG IV (2016):

División : Angiospermae  
Clase : Equisetopsida C. Agardh.  
Subclase : Magnoliidae Novák ex Takht.  
Superorder : Rosanae Takht.  
Orden : Fabales Bromhead  
Familia : Fabaceae Lindl.  
Genero : *Copaifera* L.  
Especie : *Copaifera reticulata* Ducke

Sistema de clasificación según Arthur Cronquist (1988 - 1993):

División : Magnoliophyta  
Clase : Magnoliopsida  
Subclase : Rosidae  
Orden : Fabales  
Familia : Fabaceae  
Subfamilia : Caesalpinioideae  
Género : *Copaifera*  
Especie : *Copaifera reticulata* Ducke  
Nombre común : Copaiba

### **Descripción**

**Forma.** Es un árbol que puede llegar a medir 20-35 m de altura con 50-150 cm de diámetro aproximadamente, de fuste alto, recto y cilíndrico, sin aletas.

**Copa.** Globosa y amplia.

**Hojas.** Las hojas son compuestas, paripinnadas, alternas, con estipulas, dispuestas helicoidalmente.

**Tronco/ramas.** Tronco derecho, ramas ascendentes.

**Corteza.** Externa de color amarillo oliva a castaño grisáceo,

de apariencia lisa, con desprendimiento papiráceo.

**Flores.** Son pequeñas de color blanquecino, agrupados en inflorescencias terminales.

**Fruto.** Vainas casi globosas, un poco alargadas, de color marrón oscuro en la madurés.

**Semillas.** Están envueltas en un arilo de color amarillo.

#### **A. Distribución en el Perú**

En el Perú se encuentra distribuido en forma natural en los bosques amazónicos de los departamentos de Loreto, Ucayali, Huánuco, San Martín y Madre de Dios.

#### **B. Propiedades físicas:**

Densidad básica : 0.61 g/cm<sup>3</sup>

Contracción radial : 3.43 %

Contracción tangencial : 7.04 %

Contracción volumétrica : 10.70 %

Relación T/R : 2.00

#### **C. Aserrío y secado**

Especie de aserrío sencillo y de fácil trabajabilidad; ofrece acabados lisos y bien pulidos excepto en algunas partes del material que muestran grano vellosos después del cepillado. Secado moderado o muy rápido, alcanzando la humedad de equilibrio en 3 meses o menos. Para secar al aire libre, la madera de una humedad inicial de 30 % hasta un mínimo de 19 %, se demora aproximadamente 55 días. Presenta riesgos

mínimos de deformación y rajaduras leves. Calidad de secado A. Secado al horno, 45 horas en programas fuertes (43 a 14.6 % de CH). No presenta defectos en el secado.

#### **D. Durabilidad**

Especie muy resistente al ataque de hongos e insectos de madera húmeda. El duramen es muy difícil de preservar, pero la albura tiene una penetración completa. Tratamiento preservante por los métodos de inmersión y presión. La albura retiene más de 200 kg/ m<sup>3</sup>, siendo la penetración total uniforme, el duramen retiene menos de 50 kg/ m<sup>3</sup>. No se nota ningún tipo de penetración. Vacío a presión con sal CCA.

Reynel et al. (2003), indica que la madera es de muy buena calidad, semidura a semipesada, de color blanquecino en la albura a rojo amarillento en el duramen cuando seca, con grano recto y textura media a fina, con veteado de arcos superpuestos y bandas longitudinales angostas.

#### **E. Usos**

Reynel et al. (2003), indica que la madera es trabajable, de buena durabilidad y con ella se elaboran muebles, estructuras de construcción como vigas, columnas y travesaños, machihembrados, parquet, contrachapados y laminados. Horadando el tronco del árbol se obtiene un aceite exudado, el bálsamo de copaiba, que tiene propiedades medicinales como cicatrizante para lesiones en la piel, se emplea también en la fabricación de cosméticos y jabones.

## **2.3. CONCEPTOS BÁSICOS**

### **2.3.1. Rendimiento**

El término rendimiento se refiere a la relación entre el volumen de madera rolliza (trozas) y el volumen resultante en productos aserrados. Este término también es conocido como coeficiente de aserrío o factor de recuperación de madera aserrada “FRM” y constituye un indicador de la tasa de utilización en el proceso de aserrío (Quiroz 1990).

### **2.3.2. Estudio de rendimiento**

Es la evaluación del volumen de madera aserrada que se obtiene de cada troza procesada, es decir, es la relación entre el volumen producido de madera aserrada y el volumen en troza. También se define como la determinación del volumen de productos obtenidos versus el volumen de troza empleada (BOLFOR 1997).

### **2.3.3. Aserrío**

Consiste en la transformación de una troza de forma cilíndrica a un producto con dimensiones específicas de ancho, largo y espesor, con el fin de ser utilizado en un proceso posterior, como lo es la fabricación de muebles, casas, entre otros (Meza y Simón 2007).

### **2.3.4. Concesión forestal**

Son modelos de aprovechamiento sostenibles de los bosques productivos que buscan preservar su riqueza y evitar daños al ecosistema. De esta manera se permite la regeneración natural de los árboles. Este modelo fue introducido en nuestra legislación en la década de los 2 mil con la antigua Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 27308. El objetivo que tuvo esta iniciativa fue de incorporar el manejo de los recursos forestales a partir de concesiones con planes con sustento técnico y científico que hagan sustentable el aprovechamiento del recurso.

La nueva Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 29763, en el artículo 51. Sobre la Concesión forestal; señala que es un bien incorporal registrable. Puede ser objeto de hipoteca, así como de disposición a través de la figura de cesión de posición contractual u otros actos acordes a la naturaleza del título. La concesión forestal, su disposición y la constitución de derechos reales sobre ella se inscriben en el registro público respectivo.

Mediante la concesión forestal, el Estado, a través de los gobiernos regionales, otorga, en áreas de dominio público, derecho para el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales y de fauna silvestre y derecho de uso y disfrute de dichos recursos naturales, y, en consecuencia, la propiedad de los frutos y productos extraídos legalmente, así como para todo tipo de actividad forestal, incluyendo, según los casos, la producción de madera, de productos forestales diferentes a la madera, el desarrollo de actividades de ecoturismo o con fines de conservación; así como derecho a los beneficios procedentes de los servicios de los ecosistemas que se desprendan de su manejo.

### **2.3.5. Aserradero**

Instalaciones industriales o plantas de transformación donde mediante un proceso de transformación se convierte la madera en rollo(troza) a madera aserrada (INRENA 2008).

### **2.3.6. Rendimiento en el aserrío de trozas**

La forma más común de medir el rendimiento en aserrío, es mediante el coeficiente de aserrío o coeficiente de aserrado, que es la relación entre el volumen de madera aserrada que se obtuvo y el volumen de los rollos (trozas) que se usaron para producirla.

Cuando se mide en unidades métricas:

En ambos casos, la expresión puede llevarse a porcentaje multiplicado por 100. El rendimiento de madera aserrada es uno de los principales

indicadores para medir la eficiencia de cualquier industria de aserrío. La eficiencia se refiere al grado de aprovechamiento de la materia prima que garantiza el producto que se comercializa (García et al 2001).

La proporción de madera aserrada puede ser afectada por el tipo y tamaño del equipo de aserrío, las especies, las técnicas utilizadas y la destreza y capacitación de los operarios responsables del proceso.

El estudio Universal realizado por la FAO en el año 1978 en el que concluye que el coeficiente rendimiento de madera rolliza a aserrada es igual al 52 %. Este porcentaje fue corroborado por el Estudio de Rendimiento de trozas realizado por Log Scaling for Peruvian Tropical Species de 1989, indicado en el documento elaborado por el Ingeniero Winston Vásquez Arévalo. Inspector NHLA, Sistema de Clasificación de Madera Aserrada de latifoliadas, denominado "Calidad de las exportaciones de maderas peruanas" de febrero de 2007 en el cual señala que "(...) Como el resultado del estudio no varió con respecto a la recuperación promedia establecida por el profesor Dayle se dio por válido una vez más el porcentaje del 52 % (INRENA 2008), citado por Huarcaya (2011).

En su publicación Utilización industrial de nuevas especies forestales en el Perú, señala para el shihuahuaco rendimientos, desde trozas a pisos de exportación del 13,6 % (CNF1996).

El rendimiento se entiende como sinónimo de productividad. Para efectos del estudio se utilizará el término rendimiento referido a la productividad de la materia prima, también conocido como el rendimiento del material o de la materia prima (Martínez 2000; Jiménez; Castro y Brener 2007).

Durante el segundo semestre del 2005, se conforma una comisión técnica interinstitucional integrada por representantes de INRENA, ADEX, FONDEBOSQUE, UNALM, CITE Madera, PRODUCE, Gremios

de la región Loreto y consultores forestales de empresas madereras, quienes plantearon la necesidad de realizar estudios que permitan determinar un coeficiente de rendimiento más acorde con la realidad de la industria del país, que promueva la eficiencia y competitividad de estas, así como la obtención de un mayor grado de aprovechamiento y valor agregado de los productos, mejorando paralelamente la administración y valoración los recursos (Minaya 2006).

En su estudio “Determinación del coeficiente de conversión de madera rolliza a madera aserrada con sierra cinta de la especie shihuahuaco” concluye que el rendimiento, expresado como coeficiente de conversión promedio de madera rolliza a aserrada para las trozas de la especie shihuahuaco de la zona de Pucallpa es 0,526 (Tolmos 2001).

El coeficiente de aserrío obtenido fue 49.39 % en 104 trozas de *Dipteryx odorata*, evaluación realizada con cuatro variables (tablillas "pre parquet", tablillas para recuperación, tablillas para cerco y tablas para cerco) el resultado obtenido es relacionado con el volumen de rollizo con corteza. Para tablillas el volumen fue 81.5300 m<sup>3</sup> y un coeficiente de aserrío 43.23 % del 100 % de volumen rolliza con corteza (Miche 2006).

Bazán y Churata (1978); estiman un factor de rendimiento en aserrío de 42,30 % para trozas de especies tropicales destinadas al aserrío, parquet y tableros compensados, no especifican el número de muestras, ni el tipo de sierra utilizado en la conversión primaria, citado por (Miguel 1989).

### **2.3.7. Rendimiento volumétrico total**

Existen un grupo de autores que consideran dos formas de expresar el rendimiento volumétrico: rendimiento volumétrico por surtidos y rendimiento volumétrico total. El primer indicador no es más que la relación entre el volumen de madera aserrada de un pedido específico o de una clase de calidad determinada y el volumen total de madera

aserrada obtenida de una troza o grupo de trozas (ambos volúmenes en m<sup>3</sup>) expresado en porcentaje.

El rendimiento volumétrico total caracteriza el nivel de utilización de la madera de la troza sin considerar las dimensiones ni la calidad de madera aserrada obtenida por lo que es un indicador importante pero no suficiente para caracterizar la eficiencia de conversión en un aserradero.

Igualmente existe otro grupo de autores que mencionan tres formas de expresar el rendimiento volumétrico: el porcentaje de conversión, el factor de conversión de madera aserrada y el factor de conversión cúbico.

El porcentaje de conversión (PC), es el volumen actual de madera aserrada, expresado en pies tablas, obtenido por pié-tabla de madera aserrada de una troza estimada por la escala neta de Scribner, multiplicado por 100:

$$PC = \frac{\text{Volumen actual de madera aserrada (pie – tabla)}}{\text{Volumen estimado por escala de Scribner (pie – tabla)}} \times 100$$

Obsérvese que un pié tabla de madera aserrada equivale a 0,0023597 m<sup>3</sup>

El factor de conversión de madera aserrada (FCMA) no es más que la cantidad de pies-tabla nominales de madera aserrada obtenidos por pié cúbico de volumen de una troza multiplicado por 100.

$$FCMA = \frac{\text{Volumen nominal de madera aserrada}}{\text{Volumen de la troza}} \times 100$$

Obsérvese que un pie cúbico equivale a 0,0283168 m<sup>3</sup>

El factor de conversión cúbico (FCC) es el por ciento de volumen cúbico de madera aserrada que se obtiene por unidad de volumen cúbico de

una troza.

$$\text{FCC} = \frac{\text{Volumen de madera aserrada (m}^3\text{)}}{\text{Volumen de la troza (m}^3\text{)}} \times 100$$

El volumen de madera aserrada total en cada troza en los aserraderos, se determina sobre la base de las mediciones lineales obtenidas de madera aserrada (Egas 1998)

### **2.3.8. Factores que inciden sobre el rendimiento volumétrico**

#### **A. Diámetro de las trozas**

Fahey y Ayer-Sachet 1993, citado por (Meza 2010), indican que el diámetro de la troza es uno de los factores de mayor incidencia en el aserrío; demostrándose que en la medida que el diámetro aumenta también se incrementa el rendimiento de las trozas; por lo tanto el procedimiento de trozas de pequeñas dimensiones implica bajos niveles de rendimiento.

El efecto del diámetro sobre el rendimiento nos obliga a pensar en la necesidad del perfeccionamiento del aserrado de trozas de pequeñas dimensiones y trazar, además, una política que garantice en lo posible un mayor desarrollo de las existencias maderables con el objetivo de obtener trozas de grandes dimensiones y calidad destinadas a los aserraderos (Egas 1998).

#### **B. Longitud, conicidad y diagrama de troceado**

Wade et al. (1992) y Willits y Fahey (1991), el rendimiento de las trozas en el proceso de aserrío es afectado por la longitud y por la conicidad de las trozas. En la medida que aumenten ambos parámetros se incrementa la diferencia entre los diámetros en ambos extremos de la troza. Por lo tanto, una de las formas de incrementar el rendimiento volumétrico es mediante la optimización del troceado, produciendo lógicamente madera aserrada de dimensiones requeridas. Esta observación es de peculiar

importancia para la industria cubana del aserrío.

La aplicación de diagramas adecuados de troceo permite la obtención de trozas de alta calidad con una longitud adecuada, requisito indispensable para aumentar el rendimiento. Con el empleo de programas de optimización del troceo se obtienen trozas con características favorables para elevar la eficiencia de la conversión primaria de la madera en los aserríos, de acuerdo con lo reportado por Oldknow (1981); Sessions (1988) y Garland et al. (1989).

### **C. Calidad de las trozas**

Uno de los factores a tener en cuenta, particularmente en la sierra principal, para maximizar el volumen, es la calidad de la troza. Las dimensiones y el volumen de la madera aserrada bajo las prácticas corrientes del procesamiento tienen una relación directa con las diferentes clases de calidad de trozas, es por ello que Woodfin (1978), se ha apoyado en la relación de las características de la superficie de las trozas y el rendimiento de madera aserrada para establecer normas para la clasificación de trozas.

Como regla empírica, Brown y Miller (1975) y Dobie (1966), establecieron que por cada incremento en 0.1 en la relación torcedura/diámetro, se reduce el coeficiente de aprovechamiento hasta un 7 %, comparado con trozas rectas, citado por (Zavala y Hernández 2000).

Un aspecto importante a considerar durante el proceso de abastecimiento de madera rolliza, es la calidad de las trozas. Por lo general, los aserraderos no clasifican ni seleccionan las trozas a pesar las innumerables ventajas que esta acción tiene sobre los resultados productivos de la empresa.

Dichas ventajas, poco valoradas en la actualidad, se pueden resumir de la siguiente manera:

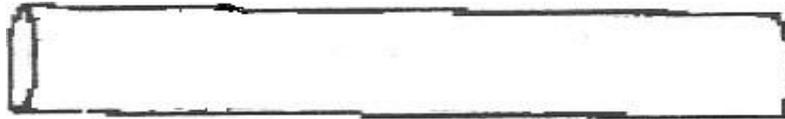
- Mayor rendimiento de aserrío (troza/madera aserrada)
- Mejor calidad de la madera aserrada
- Mayor productividad y menores costos de producción
- Mejores precios de venta

Para determinar la calidad de las trozas, se recomienda que por lo menos las empresas consideren los siguientes factores:

- Forma.
- Rectitud de la troza.

De acuerdo con la forma, las trozas pueden ser clasificadas en:

- **Cilíndricas**



- **Semi cilíndricas**



- **Irregulares**

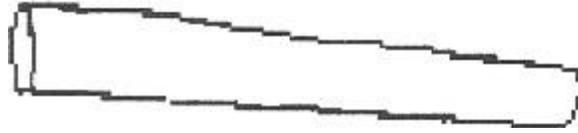


Según la rectitud, se pueden clasificar en:

- **Derecha**



- **Semi sinuosa**



- **Sinuosa**



- **Torcida**



La calidad, por tanto, estará dado en función de dichos factores y corresponde a tres categorías:

- **Calidad A.**- troza cilíndrica, derecha y sin ataque de hongos e insectos; si los hubieran, estos deben ser mínimos.

- **Calidad B.**- trozas semi cilíndricas, semi sinuosas, y con ataque mínimos de hongos e insectos o hasta un máximo de 30 % de su tamaño.

- **Calidad C.**- será de forma irregular, sinuosa o torcida con ataque de hongos e insectos (Chávez y Guillen 1997; Ríos 2005).

**D. Tipo de sierra.** Wade et al. (1992), demostraron que el ancho de corte influye sobre el rendimiento de madera aserrada ya que una vía de corte ancha se traduce en más pérdida de fibras de madera en forma de aserrín y la disminución de la eficiencia de la maquinaria. La influencia del tipo de sierra sobre el rendimiento suscita la necesidad de adquirir aserraderos de sierra principal de

banda, en lugar de sierra alternativa múltiple o circular, para un mejor aprovechamiento de la materia prima; aspecto éste que se logra entre otros aspectos a partir de la regulación del ancho de corte. citado por Álvarez et al. (2004).

- E. Diagrama de corte.** Las opiniones de los especialistas coincide con diferentes autores (Hallock y Lewis 1976 Maclean 1981), que afirman que los diagramas de corte tienen gran incidencia sobre la eficiencia de la conversión de madera aserrada; dependiendo de la calidad de la troza, del diseño del aserrío y de los gradientes de precio de la madera existente. La aplicación de diagramas de corte teniendo en cuenta el diámetro, longitud, calidad y conicidad de las trozas; así como el tipo de sierra y otros factores, es una variante que favorece el incremento en calidad y cantidad de la producción de madera aserrada. Ello ha sido la base de los programas de optimización que permiten obtener resultados relevantes en la industria del aserrío, citado por Álvarez et al. (2004).

Melo y Ravón (1989); Dilworth & Bey (1984), indican que las variables más significativas que influyen en el rendimiento del aserrío son el ancho de corte y esquema de corte, las dimensiones de la madera, el diámetro, la longitud, conicidad y calidad de la troza, así como la toma de decisiones del personal y las condiciones de mantenimiento del equipo, citado por Álvarez et al. (2004).

**Los factores que afectan el rendimiento de la madera básicamente son cuatro los factores que afectan el rendimiento:**

**Materia prima**, el tamaño y la forma son los principales. El diámetro es el factor crítico que determina el rendimiento. La forma es influenciada por la especie, el sitio, plagas y silvicultura aplicada durante el crecimiento. La realidad es que debemos aprender a lidiar con rollos de cada vez menor diámetro (Gustavo 2005).

**Equipamiento**, los factores que influyen son el espesor de corte y la variación en el aserrado. Esto es porque el rollo no se mueve bien recto y/o la sierra no se mueve en una línea recta. Debido a esto, la tabla varía en dimensiones y hay variaciones entre tablas (Gustavo 2005).

**Proceso**, en relación a los factores relativos, son menos conocidos, pero de gran importancia, como los patrones de corte. El proceso de aserrado es un problema de geometría, donde se cambia una forma circular u oval a una rectangular. En todo corte, la localización del primer corte de apertura, tanto en el rollo como en la basa, es la clave para obtener el máximo rendimiento. Cuanto más pequeño es el rollo, más difícil es encontrar la mejor forma de abrir el mismo (Gustavo 2005).

**Productos**, cuarto factor que afecta el rendimiento; básicamente cuanto mayor sea el espesor, más cortas las tablas y menos anchas, mayor será el rendimiento en la medida que los productos se complementen (Gustavo 2005).

Graves (1964); Chapman y Demeritt (1936); los factores que influyen en el grado de rendimiento en aserrío de una troza recta y sana, se consideran:

- Grosor de la sierra.
- Ancho efectivo del corte.
- Espesor de las tablas a aserrarse.
- Método de aserrío.
- Tipo de producto elaborado.

Así mismo, Bruce y Schumacher 1965; indican que los factores que influyen en el rendimiento en aserrío son:

- Eficiencia de la maquinaria de los aserraderos, especialmente el ancho de corte hecho por las sierras.

- Eficiencia del personal especialmente de los aserradores, canteadores y afiladores.
- Condiciones de mercado que afectan de varios modos, cuando hay un buen mercado se procura aprovechar las trozas de pequeñas dimensiones; la demanda de madera gruesa o de grandes espesores hace que aumente la producción, disminuyendo considerablemente la proporción de desperdicios como aserrín, citado por Miguel (1989).

Para *Dipteryx odorata* obtuvo la ecuación de la recta los valores siguientes, para  $a = -0,1745$  y  $b = 0,5998$ , y el coeficiente de correlación es de 0,923 y coeficiente de determinación de 0,852; los resultados en el paquete estadístico SSPS 12.0 se reemplazaran en  $Y = - 0,1745+0,5998(X)$ ; donde "X" se sería el resultado de volumen de madera rolliza con corteza. Si  $r$  es igual a 1 el ajuste es bueno (Y se puede calcular de modo bastante aproximado a partir de X y viceversa). El coeficiente de correlación indica una perfecta asociación positiva, es decir, que existe total independencia entre las dos variables. Los valores de cada variable tienden a aumentar cuando aumentan los de la otra (Miche 2006).

### **2.3.9. Diagrama de cortes en aserrío**

El aserrío de la troza fue realizado retirando primero las costeras para la formación de una base; luego fueron cortadas en tablas como se observa en la figura, estas tablas fueron aserradas con un espesor entre 26 y 27 mm. Este procedimiento de corte es el comúnmente utilizado por los fabricantes internacionales para medir la productividad de sus máquinas (Esteves et al. 2010), (Figura 1).

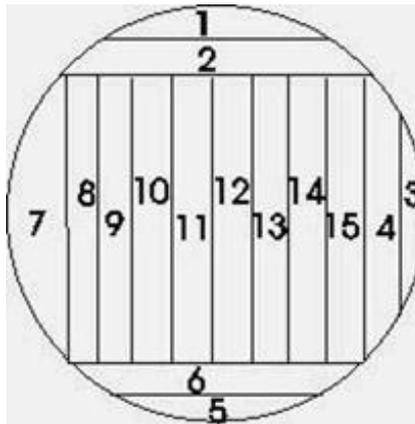


Figura 1. Diagrama de aserrío de las trozas  
Fuente: Esteves et al. (2010)

Esquema de corte tradicional, en el cual se muestra el despiece de madera obtenida de una troza; en ella es posible distinguir las calidades de madera lateral, central, semilateral.

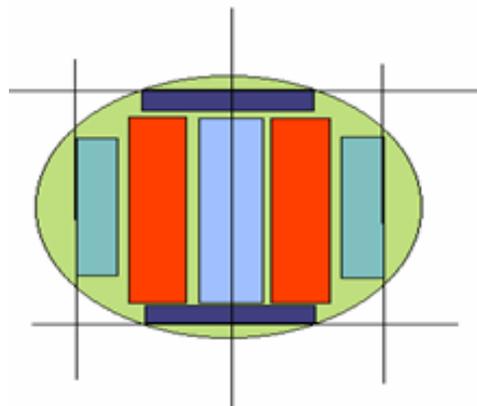


Figura 2. Diagrama de aserrío de las trozas  
Fuente: Esteves et al. (2010)

En la figura 2, se observa que cada pieza posee características distintas, físicas y mecánicas.

En la madera se pueden practicar tres tipos de cortes, estos son: Tangencial, radial y mixto.

El corte tangencial se caracteriza por que los anillos de crecimiento son paralelos a las caras de las piezas (corte transversal), su comportamiento en secado es bastante bueno, debido a que los rangos de contracción son menores a aquellos encontrados en madera radial, debido a que la presencia de radios leñosos en sentido perpendicular

a los anillos de crecimiento entrega resistencia a la madera (Aguilar y Sanhueza 2003).

El corte radial se caracteriza por la posición de los anillos de crecimiento, los cuales son perpendiculares a las caras de la madera, (en el corte transversal de la pieza). Este tipo de piezas tiene una contracción mayor en el área de secado, debido a la madera de primavera, la cual presenta menor resistencia mecánica. Finalmente, el corte mixto, se caracteriza por que en la cara transversal los anillos de crecimiento no son paralelos ni perpendiculares a las caras de la pieza, en un corte transversal (Aguilar y Sanhueza 2003).

### 2.3.10. Fórmulas para medir el volumen

Madera en trozas: Es cuando el árbol ya ha sido tumbado y se encuentra en forma rolliza. Para esto puedes utilizar dos fórmulas:

**Fórmula de Smalian:** Es una fórmula elaborada por el señor Smalian y utiliza los centímetros y el metro, por lo tanto, el resultado será en m<sup>3</sup> rollizos.

$$V = \frac{3,1415 (D)^2 L}{4}$$

Donde:

V = Volumen en m<sup>3</sup>

L = Largo de la troza en metros

D = Diámetro promedio de la troza en metros

**Madera aserrada:** para calcular el volumen de madera cuando esta tumbada y aserrada se utiliza el siguiente procedimiento:

$$V = \frac{E \times A \times L}{12}$$

Donde:

V= volumen en pies tablares

E= Espesor de la madera en pulgadas

A = Ancho de la madera en pulgadas

L = Largo de la madera en pies (Spittler Ríos 2005)

### **2.3.11. Muestras de trozas**

Para determinar el número de muestra (trozas) por especie a ser evaluadas para el estudio, se tomo como referencia la experiencia de los estudios de “Evaluación del rendimiento de Azúcar huayo” (2005) realizado en la empresa forestal Río Piedras SAC, quienes sustentan que para que un estudio de rendimiento de madera rolliza a aserrada sea significativa y semi detallado se debe evaluar 25 a 30 trozas; guiados en este estudio se tomo la determinación de practicar esta evaluación con este numero de trozas (Vía Lima 2010; BOLFOR 1997).

El número máximo sugerido por especie es de 120 trozas y el mínimo sugerido son 10 trozas por especie, atendiendo las normas COPANT. Por efectos estadísticos la recomendación práctica es de 30 trozas por especie (Chávez y Guillen 1997).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Lugar de ejecución**

EL estudio se realizó en las instalaciones de la planta de transformación primaria de la empresa “GRUPO CARDOZO S.A.C.”, ubicado en el km 7 de la carretera interoceánica ruta Iñapari-Iberia; sector primavera en el distrito de Iñapari, provincia Tahuamanu, departamento de Madre de Dios (Figura 3).

El clima de Iñapari es tropical húmedo con temperaturas altas durante todo el año, aunque especialmente de agosto a octubre. En la mayoría de los meses del año en Iñapari hay precipitaciones importantes especialmente son abundantes de octubre hasta abril. La temperatura media anual en Iñapari se encuentra a 25.5 °C. Hay precipitación de 1625 m m, con una humedad relativa 75.5 y con una altitud de 365 m s.n.m. (SENAMHI 2010).

#### **Accesibilidad**

Para llegar a la zona de manejo (con un medio de transporte terrestre), es necesario tomar la Carretera Iberia - Iñapari y llegar hasta el Km1 antes de la población de Iñapari, de ahí, se toma la vial de acceso o carretera sobre la margen izquierda hacia el Oeste.

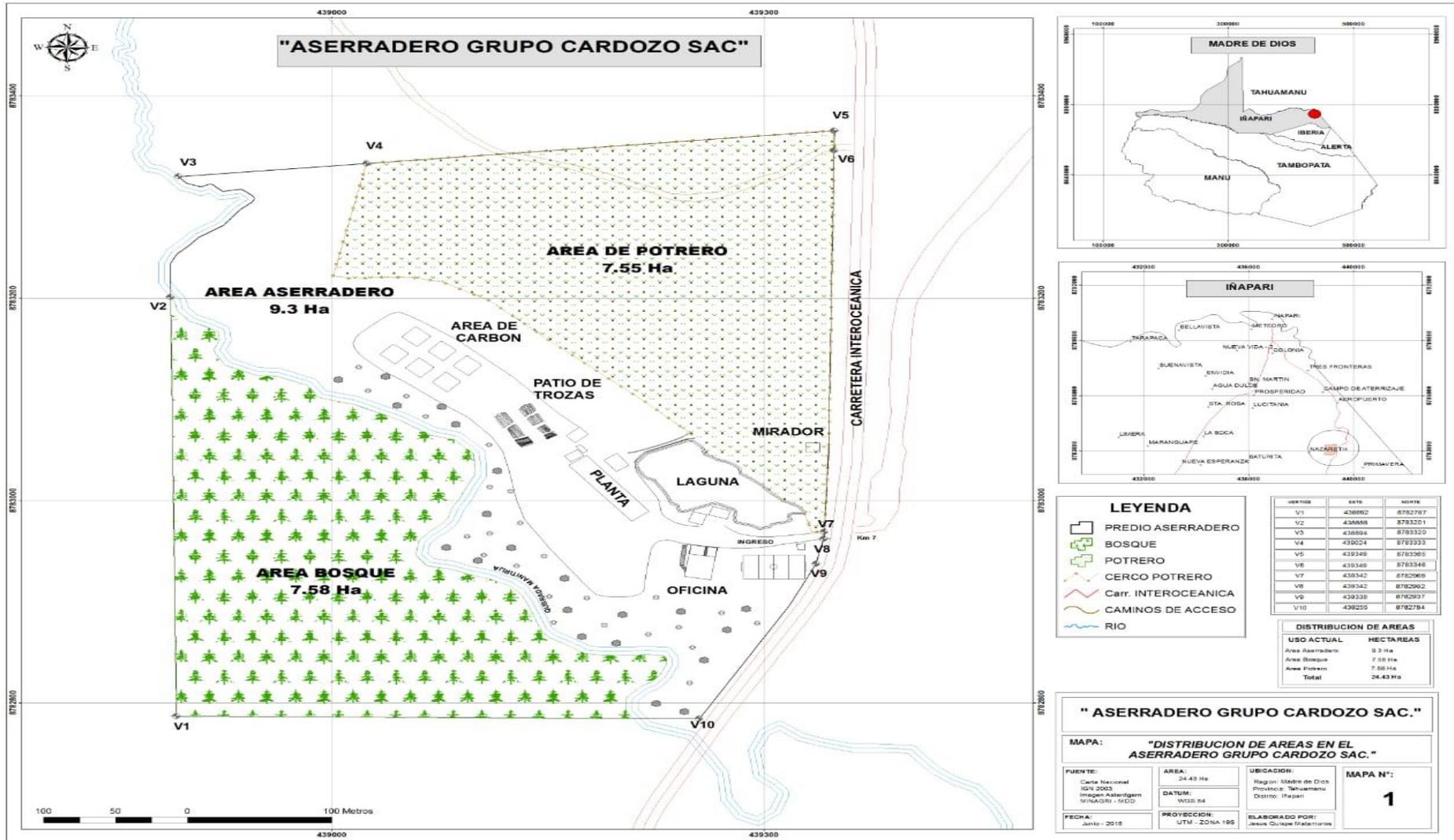


Figura 3. Lugar de ubicación del aserradero Grupo Cardozo S.A.C

## Climatología

El clima de la ciudad de Iñapari corresponde al tipo definido según la clasificación de Holdridge por: Trópico Húmedo: Bosque Húmedo Trópico.). Los parámetros climáticos parten de datos obtenidos de la Estación Climatológica de Iñapari, cita en (Proyecto INDECI – PNUD PER / 02 / 051- pag.21).

- **Temperatura:** Promedio mensual es de 24 °C a 26 °C; la máxima mensual de 33 °C a 36 °C, y la mínima mensual de 18 °C a 20 °C durante los meses de agosto y setiembre, la variación diaria de temperatura es de 5 °C a 8 °C. El “Friaje” o “Surazo” se da entre los meses de mayo a Setiembre.
- **Precipitación:** Total anual media es de 2,000 mm la mínima anual es de 1,000 mm las lluvias se dan entre los meses de diciembre a marzo y los meses sin lluvias son junio, julio y agosto.
- **Humedad Atmosférica:** La humedad relativa ambiental promedio anual es de 85,00 % a 90,00 %. (Proyecto INDECI – PNUD PER / 02 / 051).
- **Ecología:** Según L. R. Holdridge, se encuentra dentro de la zona de vida, bosque húmedo tropical (Bh-T) (INRENA 2002).

### 3.2. Procedencia de las muestras de estudio

Las trozas de madera rolliza de *Copaifera reticulata* Ducke. y *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, provienen de Bosque Colina Baja Fuerte Vigor Medio - 2 - Bosque de Vigor 2 (BCb2v2) y Bosque Terraza Baja Vigor Bajo - 3 Bosque de Vigor 3 (BTb1v3), localizados en la Concesion Forestal Consolidado Madera Río Acre, de la PCA 12 del 3er Bloque Quinquenal.

#### Flora:

Se encuentra cubierto por un bosque de composición heterogénea, donde se encuentra especies forestales de importancia (Tabla 1), como:

Tabla 1. Flora existente en la zona

<b>Nombre Comun</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Familia</b>
Anacaspi	<i>Apuleia leiocarpa</i> ; Vogel.	FABACEAE
Azucarhuayo	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber.	FABACEAE
Cachimbo	<i>Cariniana</i> sp.	LECYTHIDACEAE
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> G. King	MELIACEAE
Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i> Benth.Hook.	RUBIACEAE
Catahua	<i>Hura crepitans</i> L.	EUPHORBIACEAE
Catuaba	<i>Erythroxylum catuaba</i>	ERYTHROXYLACEAE
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	MELIACEAE
Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i> D.	CAESALPINIACEAE
Estoraque	<i>Myroxylon balsamun</i> L.	FABACEAE
Ishpingo	<i>Amburana cearencis</i> Allemao.	FABACEAE
Itauba	<i>Mezilaurus itauba</i> Allemao.	LAURACEAE
Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	MALVACEAE
Marupa	<i>Simauruba amara</i> Aubl.	SIMBAROUBACEAE
Palo bastón	<i>Machaerium</i> sp.	FABACEAE
Pumaquiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	APOCYNACEAE
Quillobordon	<i>Aspidosperma subincanum</i> Mart.	APOCYNACEAE
Quinilla	<i>Manilkara bidentate</i> A.D.C.	SAPOTACEAE
Shihuahuaco	<i>Dipteryx</i> sp. Aubl.	FABACEAE
Tahuari	<i>Tabebuia serratifolia</i> N.	BIGNONIACEAE
Yacushapana	<i>Terminalia oblonga</i> Ruiz & Pav	COMBRETACEAE

Fuente: Censo Consolidado Madera Río Acre SAC. PC 12.

#### **Fauna:**

Se encuentra cubierto por una fauna heterogénea, donde se encuentra especies silvestres de importancia (Tabla 2), como:

Tabla 2. Fauna existente en la zona

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Status</b>
Oso bandera	<i>Myrmecophagatridentata</i>	Vulnerable
Tamandua	<i>Tamandua tetradactyla</i>	
Pelejo	<i>Bradypus variegata</i>	
Yungunturo	<i>Priodontes maximus</i>	Vulnerable
Pichico	<i>Saguinus fuscicollis</i>	
Huasita	<i>Saimiri boliviensis</i>	
Machin negro	<i>Cebus apella</i>	
Machin blanco	<i>Cebus albifrons</i>	
Coto mono	<i>Allouata semicollis</i>	Casi amenazado
Musmuqui	<i>Aotus</i> sp.	
Achuni	<i>Nasua nasua</i>	
Manco	<i>Eira barbara</i>	
Nutria	<i>Lontra longicaudis</i>	
Tigrillo	<i>Felis pardalis</i>	
Otorongo	<i>Panthera onca</i>	Casi amenazado
Sachavaca	<i>Tapirus terrestris</i>	Vulnerable
Venado colorado	<i>Mazama americana</i>	
Ardilla roja	<i>Sciurus spadiceus</i>	
Añuje	<i>Dasyprocta variegata</i>	
Punchana	<i>Myoprocta praxyi</i>	
Perdiz azul	<i>Tinamus major</i>	
Pava campanilla	<i>Pipile cumanensis</i>	Casi amenazado
Pucacunga	<i>Penelope jacquacu</i>	
Paujil	<i>Mitu tuberosum</i>	Casi amenazado
Guacamayo rojo	<i>Ara macao</i>	Vulnerable
Guacamayo ala verde	<i>Ara chloropterus</i>	Vulnerable
Motelo	<i>Geochelone</i> sp.	

Fuente: Censo Consolidado Madera Río Acre SAC. PC 12.

### 3.2.1. Aserradero Grupo Cardozo S.A.C.

#### Área de la planta Industrial

Área total : 90000 m<sup>2</sup>

Área de transformación : 1000 m<sup>2</sup>

La capacidad de la planta, las características de las máquinas, equipo y herramientas y la fuerza motriz se indican en las tablas 3 y 4 respectivamente:

Tabla 3. Capacidad de la planta

Línea de Producción	Capacidad Instalada	Capacidad de Producción	Meses de Producción	Turnos	Horas/turno
Madera aserrada	16,52 m <sup>3</sup> /día	14,15 m <sup>3</sup> /día	Enero a Diciembre	01	08 h

Tabla 4. Maquinaria, equipo y herramientas (Fotos 14 a 18- Anexo1)

Nombre	Tipo	Marca
Sierra cinta horizontal	Eléctrico	Serra
Canteadora múltiple	Eléctrico	Schiffer
Mesa de recuperación (02)	Eléctrico	Artesanal
Despuntadora (01)	Eléctrico	Artesanal
Cargador frontal	Diesel	Caterpillar
Afiladora de cintas de aserrío	Eléctrico	Schiffer
Rola (laminadora)	Eléctrico	Schiffer

### **3.3. MATERIALES Y EQUIPOS:**

#### **3.3.1. Materiales de campo**

30 trozas de madera rolliza de *Copaifera reticulata* Ducke, 30 trozas de madera rolliza de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, madera aserrada del proceso mecánico de la madera rolliza, wincha metálica de 5 m, cinta diamétrica, pintura oleaginosa, crayones, libreta de campo, formatos de control de madera rolliza, formatos de control de madera aserrada.

#### **3.3.2. Equipos**

Sierra de cinta, canteadora múltiple, despuntadora, motosierra Sthil 660, cámara fotográfica digital.

#### **3.3.3. Materiales de gabinete**

Computadora Dual Core, material de escritorio (lápiz, lapiceros, hojas bond), calculadora científica, impresora.

### **3.4. METODOLOGÍA**

La metodología empleada para el estudio fue de observación y descripción directa, para poder determinar el número muestras (trozas) a usar en este estudio se tomó como referencia la Norma COPANT 458. Según máximo sugerido por especie es de 120 trozas y el mínimo sugerido son 10 trozas por especie, atendiendo las normas COPANT. Por efectos estadísticos la recomendación es de 30 trozas por especie (Chávez y Guillen 1997). Por lo que se tomó este criterio como tamaño de muestra para el presente estudio.

#### **3.4.1. Diseño experimental**

Tipo de estudio correlacional, donde se determinó la relación entre el volumen de madera rolliza y el volumen de madera aserrada.

#### **3.4.2. Variables:**

Independiente: ( $X_1$ ) volumen de madera rolliza y ( $X_2$ ) volumen de madera aserrada

Dependiente (Y): Coeficiente de aserrío.

### 3.4.3. Matriz de Operacionalización

Tabla 4. Matriz de operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
<b>Independiente</b>			
Volumen de madera rolliza	X <sub>1</sub>	Se determina midiendo el diámetro menor y el diámetro mayor de la troza y su longitud.	Diámetro mayor de la troza Diámetro menor de la troza Longitud de la troza Calidad de fuste de la troza
Volumen de madera aserrada	X <sub>2</sub>	Se determina midiendo el espesor, ancho y longitud de la pieza aserrada.	Espesor de la tabla Ancho de la tabla Longitud de la tabla
<b>Dependiente</b>			
Coeficiente de aserrío	y	Se determina relacionando el Volumen de madera aserrada con el volumen de madera rolliza.	Volumen de madera aserrada Volumen de madera rolliza

### 3.4.4. Población

Según el censo realizado en el área que corresponde a la (PCA 12) del 3er Bloque Quinquenal, de la concesion forestal CMRA, la población total de individuos extraídos corresponde a 220 árboles de *Copaifera reticulata* Ducke y 260 árboles *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

### 3.4.5. Muestra

Comprende el total de madera rolliza almacenada en el patio de trozas del aserradero, corresponde a 480 trozas, distribuidas en 220 para *Copaifera*

*reticulata* Ducke y para *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn 260 trozas respectivamente.

### 3.4.6. Unidad de la muestra

De un total de 480 trozas, se extrajo al azar 30 trozas por especie de madera rolliza. Como en cualquier sistema de muestreo al azar simple de tamaño  $n$ , se eligió tales unidades de modo que cada troza tenga la misma oportunidad de ser escogida.

### 3.4.7. Estimativas estadísticas a utilizar

#### A. Estimación de la varianza

$$\sigma_x^2 = \sum \frac{(x - \bar{x})^2}{n-1}$$

#### B. Determinación del coeficiente de variación

##### b.1. Coeficiente de variación entre trozas:

$$CV = \frac{s}{\bar{X}} * 100$$

##### b.2. Cálculo de la desviación estándar:

$$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n-1}}$$

#### C. Análisis estadístico

El análisis fue de correlación, el cual determinó el grado de relación existente entre dos o más variables. En este caso se distinguió las variables independiente y dependiente. Y se usó la regresión lineal para conocer el grado de asociación entre las variables (X y Y)

El volumen en troza está representado por la variable independiente

**X** y el volumen obtenido de madera aserrada está representado por la variable dependiente **Y**. El análisis de regresión permite estimar o predecir una de las variables (dependiente), en función del conocimiento de la otra (independiente), basado en la ecuación de la recta.

#### **D. Datos del análisis estadístico**

Los datos utilizados son los siguientes:

- Número total de muestras (n)
- Dato de la observación de cada muestra (X, X<sub>i</sub>)
- Media muestral:  $\bar{x}$
- Desviación estándar (S)

### **3.5. PROCEDIMIENTO**

Para facilitar se deben seguir los siguientes pasos:

#### **3.5.1. Selección de las trozas**

La selección de las trozas (Fotos 1 y 2 – Anexo1) se realizó en dos fases:

**Primera fase**, se seleccionó al azar un número de 30 trozas, en referencia a la Norma COPANT 458, con la finalidad de determinar la clase diamétrica más representativa. Es decir, en esta fase se realizó un muestreo para desechar todas aquellas trozas que están fuera de los diámetros de mayor aprovechamiento.

**Segunda fase**, una vez identificadas las clases diamétricas con mayor número de individuos, se procedió a seleccionar al azar trozas que están dentro de estas clases y completar el número de muestras por clase diamétrica que se sugiere a continuación:

Según (Ríos 2005), se debe tener en cuenta que la muestra de trozas incluya las calidades primera, segunda y tercera, del modo siguiente:

**Primera calidad (A)**, aquella que es cilíndrica, derecha y sin ataques de

ninguna clase y si los hubiese estos deben ser mínimos.

**Segunda calidad (B)**, de forma semicilíndrica, semisinuosa y ataques mínimos hasta un 30 %.

**Tercera calidad (C)**, troza de forma irregular, sinuosa o torcida con pudriciones

### 3.5.2. Recolección de datos

Se procedió a la elaboración de formatos para el registro de información.

### 3.5.3. Marcado de la troza

Una vez elegida la troza, se procedió al pintado de sus extremos con pintura, con la finalidad de evitar confusiones con el ingreso de otras trozas y por sobre todo para identificar y no perder de vista las tablas de la troza en estudio.

#### 3.5.3.1. Medición de la troza

Una vez marcada la troza, se procedió a la medición de la longitud, así como de su diámetro con corteza en el extremo mayor y menor, para su posterior cubicación, acorde con formato 1.

Usando la fórmula de Smalian:

$$V = \frac{3.1416 * (Dx)^2 * L}{4}$$

Donde:

V= Volumen en  $m^3$

Dx= Diámetro promedio de la troza en metros

L = Largo de la troza en metros

## FORMATO N° 1: CUBICACIÓN DE MADERA ROLLIZA

Nombre de la Empresa..... Fecha.....  
Especie..... Tipo de producto.....

N°	Especie	Código monte	Código planta	Dm	dm	L	Vol m <sup>3</sup>	Observaciones
1								
2								
3								
4								
5								

### Donde:

Dm = Diámetro mayor o diámetro basal (m).

dm = Diámetro menor o diámetro superior (m).

L= Longitud de la troza (m).

### 3.5.3.2. Calidad y datos de la troza

Los datos se deben registrar en cuanto a la forma que presenta la troza, según Labonac, citado por (Chávez y Guillen 1997; Ríos 2005).

La calidad de las trozas estará en función de los factores antes mencionados y se las clasificará en trozas de primera, segunda y tercera calidad.

### 3.5.3.3. Proceso de aserrío

Los componentes del proceso son:

- Acopio de las trozas que serán aserradas

Es el lugar donde se lavan y sitúan las trozas, con la finalidad de limpiar el barro, tierra o piedras que se encuentren en los extremos de las trozas, para no perjudicar las cintas (Fotos 3 y 4 - Anexo 1).

- Tableado en la sierra principal

Una vez listas las trozas, mediante un cargador frontal se llevaron

a la sierra principal, donde serán acomodadas para su respectivo corte (Fotos 6 y 7- Anexo 1)

Diagrama de corte, el método de aserrío empleado fue tipo cuartón de Brusellas, que se inicia sacando primeramente dos cantoneras (tapas) externas y lo que queda se corta en dos partes y e luego estos se cortaron paralelamente.

#### **3.5.3.4. Marcado de madera comercial, madera corta, madera larga angosta**

Es recomendable que, a toda la madera comercial, madera corta y madera larga angosta, se les debe hacer una marca en la superficie con crayones.

➤ **Proceso de canteado**

Ya tableado la troza, pasaron por la canteadora eliminando así los cantos con inclusión de corteza y albura, con la finalidad de proporcionar el ancho adecuado o programado para esa especie (Fotos 8 y 9- Anexo 1 ).

➤ **Proceso de despuntado**

Luego paso por la maquina despuntadora compuesta de una sierra circular que realizó los cortes perpendiculares al tablón dándole así el largo adecuado, teniendo en cuenta los defectos que la madera presentaba.

➤ **Clasificación**

Para clasificarlas por calidad, se deberá aplicar las normas NHLA y también por su largo en: madera corta menor a 7 pies y madera larga mayor o igual a 7 pies. En caso de procesarse pedidos especiales, se deberá medir las dimensiones resultantes y la calidad será acorde al pedido.

➤ **Medición y conteo del producto aserrado**

Luego se procedió a tomar las medidas correspondientes a

cada pieza (ancho, espesor y largo) (Formato 2), para conocer el volumen real, usando la fórmula siguiente (Fotos 10 y 11– Anexo 1):

$$V = \frac{E'' \times A'' \times L'}{12}$$

Donde:

V= Volumen en pies tablares.

E''= Espesor en pulgadas.

A''= Ancho en pulgadas.

L'= Longitud en pies.

### FORMATO N° 2 CUBICACION DE MADERA ASERRADA

Nombre de la empresa:.....

Fecha.....

Especie:.....

Tipo De Producto.....

N°Pzs	E''	A''	L'	Vol.pt

N°Pzs	E''	A''	L'	Vol.pt

N°Pzs	E''	A''	L'	Vol.pt

Donde:

E''= espesor en pulgadas.

A''=ancho en pulgadas.

L' = largo en pies

#### 3.5.4. Evaluación y cálculos

##### 3.5.4.1. Cubicación de trozas

Para determinar el volumen de las trozas en estudio, se aplicó la fórmula abajo indicada, ya que considera el promedio de los diámetros mayor y menor registrados de la troza y la longitud de la misma (Fórmula de Smalian).

$$V = \frac{3.1416 * (Dx)^2 * L}{4}$$

Donde:

V= Volumen en m<sup>3</sup>

Dx= Diámetro promedio de la troza en metros

L = Largo de la troza en metros

#### **3.5.4.2. Cubicación de la madera aserrada (tablas)**

Para determinar el volumen de madera aserrada se aplicó la fórmula siguiente:

$$V = \frac{L'' \times A'' \times E'}{12}$$

Donde:

V = Volumen en pies tablares

L = Longitud de la tabla en pies

A = Ancho de la tabla en pulgadas

E = Espesor de la tabla en pulgadas

#### **3.5.4.3. Determinación del rendimiento**

Para obtener el rendimiento en porcentajes se aplicó la siguiente relación:

$$V = \frac{\text{Volumen de madera aserrada en m}^3}{\text{Volumen en troza en m}^3} * 100$$

#### **3.5.4.4. Volumen de los desperdicios**

El volumen de los desperdicios es el resultado de la diferencia del volumen en troza y el volumen de madera aserrada (Chávez y Guillen 1997).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. *Copaifera reticulata* Ducke (Copaiba)

Tabla 5. Volumen de madera rolliza y calidad de fuste de *Copaifera reticulata* Ducke.

N°	D1 (m)	D2 (m)	L (m)	Vol. (m3)	CLASE
1	0.82	0.74	5.29	2.528	A
2	0.97	0.83	7.05	4.485	A
3	1.23	1.07	7.59	7.884	A
4	0.75	0.72	9.36	3.971	A
5	0.76	0.71	11.87	5.036	A
6	0.82	0.76	9.09	4.456	A
7	0.64	0.56	9.37	2.649	B
8	0.82	0.83	9.17	4.902	A
9	1.02	0.82	10.25	6.814	B
10	0.98	0.82	6.15	3.912	A
11	0.80	0.71	8.44	3.779	A
12	0.90	0.79	9.28	5.204	A
13	1.25	1.07	5.79	6.119	A
14	1.07	1.15	5.73	5.545	A
15	0.79	0.73	9.32	4.228	A
16	0.71	0.68	7.37	2.796	A
17	0.96	0.84	9.28	5.904	B
18	1.01	0.98	6.15	4.782	A
19	1.23	1.01	6.40	6.305	A
20	1.23	1.01	8.10	7.980	A
21	1.13	1.02	7.58	6.880	B
22	0.93	0.94	7.00	4.806	A
23	0.81	0.71	9.24	4.192	A
24	0.71	0.74	10.30	4.252	A
25	1.01	0.98	8.10	6.298	A
26	0.90	0.93	7.00	4.603	A
27	0.86	0.83	4.60	2.580	B
28	0.70	0.73	9.30	3.734	A
29	1.26	1.05	6.85	7.177	A
30	0.75	0.70	8.33	3.439	A
<b>Sumatoria</b>	<b>27.82</b>	<b>25.46</b>	<b>239.35</b>	<b>147.240</b>	
<b>Promedio</b>	<b>0.9257</b>	<b>0.8457</b>	<b>7.9783</b>	<b>4.9080</b>	

A = fuste cilíndrico, derecho y sin ataques de ninguna clase y si los hubiese son mínimos.

B = fuste semicilíndrico, semisinuoso y ataques de agentes patógenos hasta un 30 %.

En la presente investigación se trabajo con 30 trozas de copaiba, con diferentes dimensiones, diámetro mayor entre 0.64 m y 1,26 m y diámetro menor entre 0,56 m y 1,15 m, longitudes entre 4.60 m y 11.87 m y un total de 147.240 m<sup>3</sup> de madera rolliza (Figura 4 y Tabla 5)

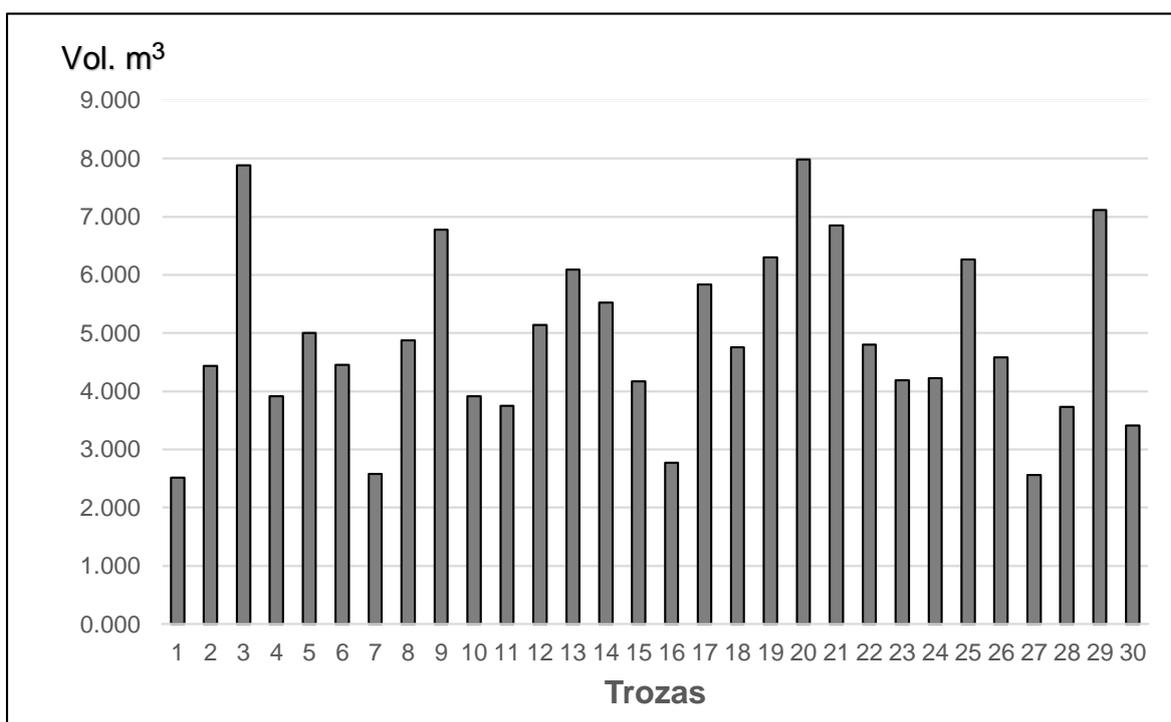


Figura 4. Volumen de madera rolliza por troza de *Copaifera reticulata* Ducke.

Comparando y analizando el Tabla 5 y Figura 4, se determinó que la especie en estudio presenta un volumen total de 147.240 m<sup>3</sup>, y un promedio de 4.9080 m<sup>3</sup>, que corresponden a 30 trozas de calidad A y B; las trozas 3 y 20 presentan el mayor volumen 7.884 m<sup>3</sup> y 7.980 m<sup>3</sup>, y son de calidad A; así mismo la troza número 1 de calidad A, presenta el menor volumen 2.528 m<sup>3</sup>.

Confederación Nacional de la Madera (2006), los parámetros de las especies en estudio se encuentran dentro del rango, y el estudio realizado por (Gustavo 2005), indica, que el tamaño y la forma de las trozas son principales factores

que influyen en el coeficiente de rendimiento.

Tabla 6. Volumen de madera aserrada de *Copaifera reticulata* Ducke.

<b>TROZA</b>	<b>X<sub>1</sub> VOLUMEN ROLLIZA (m<sup>3</sup>)</b>	<b>X<sub>2</sub> VOLUMEN ASERRADA (m<sup>3</sup>)</b>
1	2.528	1.123
2	4.485	1.870
3	7.884	3.436
4	3.971	1.824
5	5.036	2.306
6	4.456	2.087
7	2.649	0.896
8	4.902	1.806
9	6.814	1.612
10	3.912	1.899
11	3.779	1.630
12	5.204	2.357
13	6.119	2.323
14	5.545	2.289
15	4.228	1.908
16	2.796	1.160
17	5.904	2.303
18	4.782	2.030
19	6.305	2.598
20	7.980	3.567
21	6.880	3.112
22	4.806	2.113
23	4.192	1.877
24	4.252	1.643
25	6.298	2.757
26	4.603	2.038
27	2.580	1.050
28	3.734	1.651
29	7.177	3.033
30	3.439	1.556
<b>SUMATORIA</b>	<b>147.240</b>	<b>61.854</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>4.908</b>	<b>2.062</b>

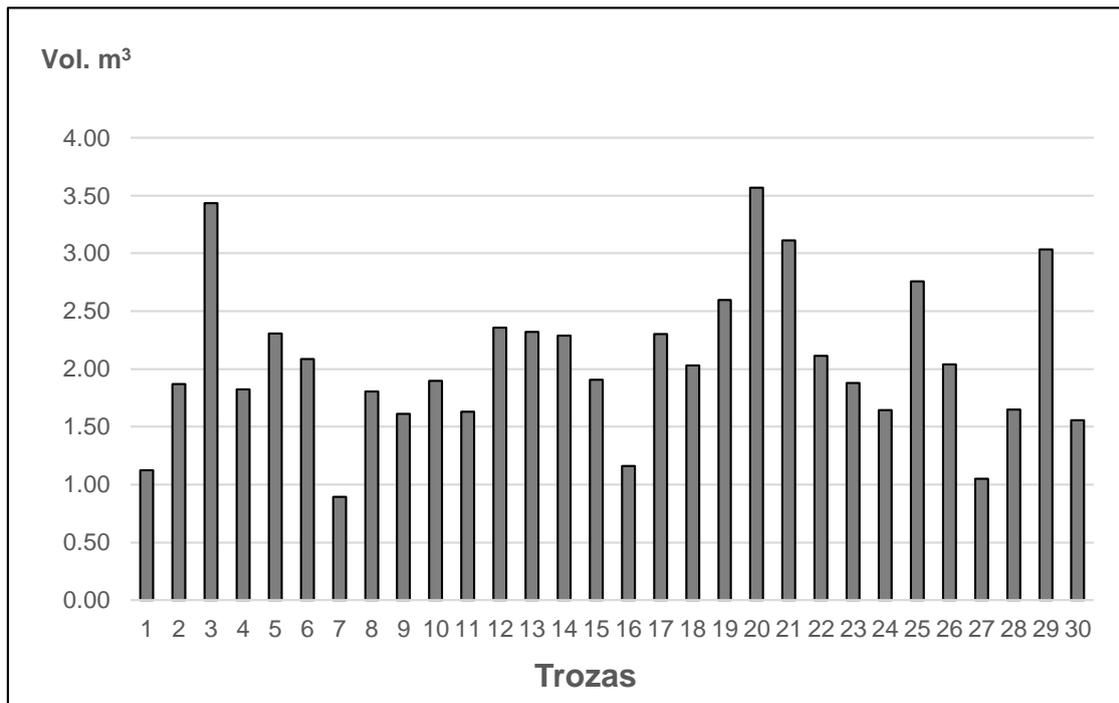


Figura 5. Volumen de madera aserrada por troza de *Copaifera reticulata* Ducke.

Con respecto al volumen de madera aserrada, para *Copaifera reticulata* Ducke, se puede determinar en la Tabla 6 y Figura 5, que las trozas número 3 y 20 presentan el mayor volumen de madera aserrada 3.436 m<sup>3</sup> y 3.567 m<sup>3</sup> respectivamente y comparando con la tabla 6, les corresponde los mayores volúmenes de madera rolliza, y la troza número 7 el menor volumen 0,896 m<sup>3</sup>; el volumen total de madera aserrada para las 30 trozas es de 61.854 m<sup>3</sup> y un promedio de 2.062 m<sup>3</sup>. D., se puede determinar en la Tabla 6 y Figura 5, que las trozas número 3 y 20 presentan el mayor volumen de madera aserrada 3.436 m<sup>3</sup> y 3.567 m<sup>3</sup>, y comparando con la Tabla 6, le corresponde los mayores volúmenes de madera rolliza, y la troza número 7 el menor volumen 0,896 m<sup>3</sup>; el volumen total de madera aserrada para las 30 trozas es de 61.854 m<sup>3</sup> y un promedio de 2.062 m<sup>3</sup>.

Según (Fahey; Ayer- Sachet, 1993), citado por (Meza, 2010) el diámetro de la troza y por ende el volumen de madera rolliza, es uno de los factores de mayor incidencia en el aserrío, demostrándose que a medida que aumenta el volumen, también se incrementa el volumen de madera aserrada; así mismo se debe considerar la calidad de las trozas (Chávez y Guillen 1997; Ríos 2005), indica

que la calidad de la troza incide en la calidad y volumen de la madera aserrada, como se observa en los resultados hallados.

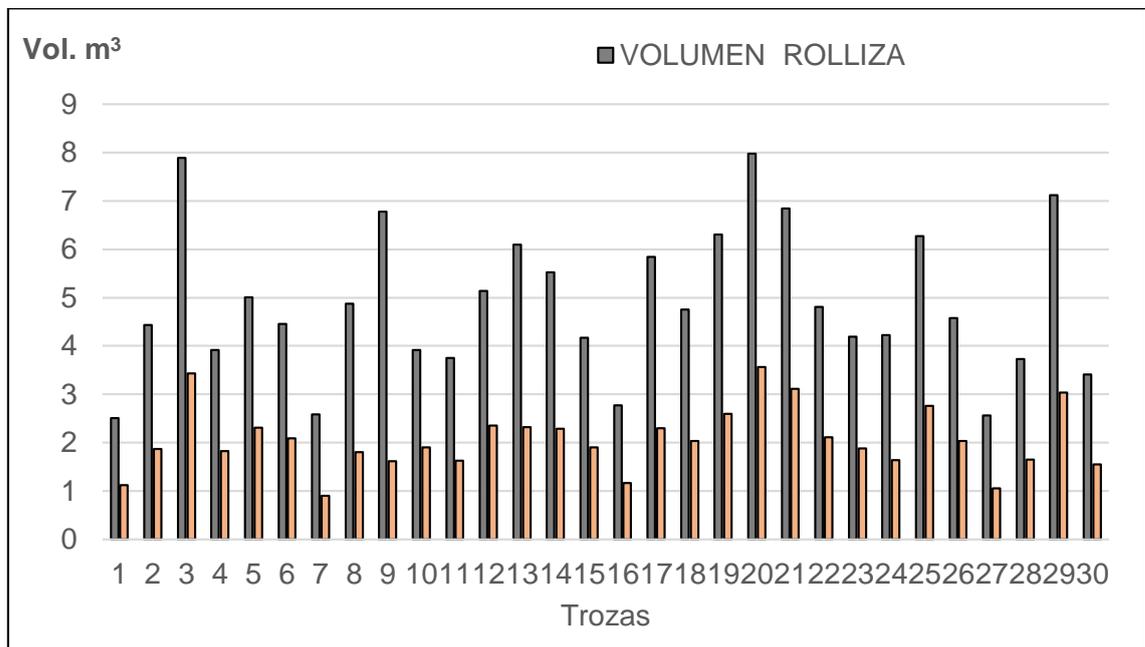


Figura 6. Relación de volumen rollizo y volumen aserrado de *Copaifera reticulata* Ducke.

Analizando la Figura 6, para *Copaifera reticulata* Ducke, se observa que a las trozas 3 y 20 les corresponde los mayores volúmenes de madera rolliza y madera aserrada, así mismo la troza número 1 de calidad A presenta el menor volumen de madera rolliza; al igual que la troza número 7 de calidad B y la troza 27 de calidad B, considerando a la calidad como uno de los factores que influye en el rendimiento (Meza 2010).

Tabla 7. Número de piezas por troza de *Copaifera reticulata* Ducke.

TROZA	$X_2$ VOLUMEN ASERRADA (m <sup>3</sup> )	PIEZAS (Unidades)
1	1.123	9
2	1.870	20
3	3.436	24
4	1.824	22
5	2.306	29
6	2.087	20
7	0.896	10
8	1.806	17
9	1.612	16
10	1.899	16
11	1.630	20
12	2.357	20
13	2.323	12
14	2.289	11
15	1.908	25
16	1.160	12
17	2.303	28
18	2.030	15
19	2.598	20
20	3.567	25
21	3.112	27
22	2.113	24
23	1.877	16
24	1.643	17
25	2.757	27
26	2.038	29
27	1.050	5
28	1.651	20
29	3.033	35
30	1.556	17
<b>SUMATORIA</b>	<b>61.854</b>	<b>588</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.062</b>	<b>19.6</b>

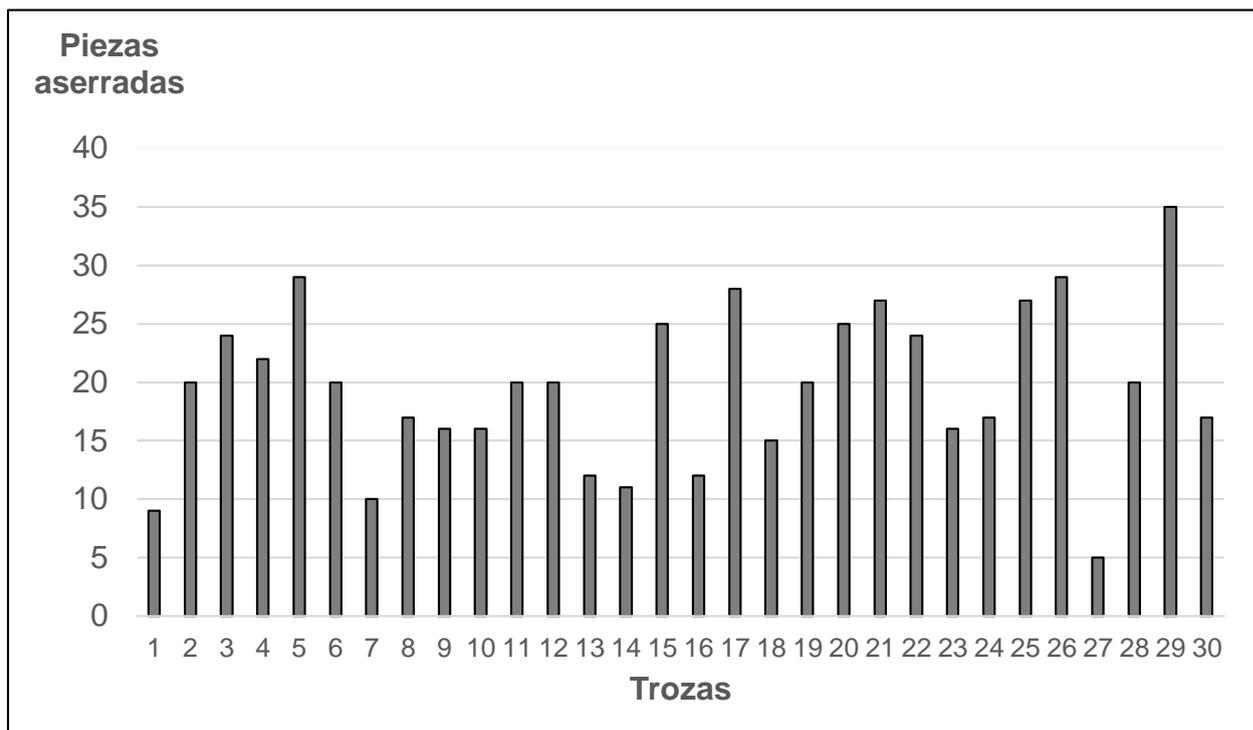


Figura 7. Número de piezas aserradas por troza de *Copaifera reticulata* Ducke.

En cuanto al número de piezas aserradas por troza, para *Copaifera reticulata* Ducke, se muestra en la Tabla 7 y Figura 7, donde se observa que las trozas número 5, 26 y 29 obtuvieron la mayor cantidad de piezas, de donde se obtuvo 29, 29 y 35 piezas aserradas respectivamente; la troza número 27 obtuvo el menor número de piezas aserradas fue de 5 unidades. Por lo tanto, el número de piezas no es un factor que influye en el rendimiento de aserrío, ya que el tipo de producto que se obtiene es variado.

Tabla 8. Rendimiento de madera rolliza a madera aserrada de *Copaifera reticulata* Ducke.

TROZA	X <sup>1</sup> VOLUMEN ROLLIZA (m <sup>3</sup> )	X <sup>2</sup> VOLUMEN ASERRADA (m <sup>3</sup> )	Y RENDIMIENTO (%)
1	2.528	1.123	44.42
2	4.485	1.870	41.69
3	7.884	3.436	43.58
4	3.971	1.824	45.93
5	5.036	2.306	45.79
6	4.456	2.087	46.84
7	2.649	0.896	33.82
8	4.902	1.806	36.84
9	6.814	1.612	23.66
10	3.912	1.899	48.54
11	3.779	1.630	43.13
12	5.204	2.357	45.29
13	6.119	2.323	37.96
14	5.545	2.289	41.28
15	4.228	1.908	45.13
16	2.796	1.160	41.49
17	5.904	2.303	39.01
18	4.782	2.030	42.45
19	6.305	2.598	41.21
20	7.980	3.567	44.70
21	6.880	3.112	45.23
22	4.806	2.113	43.97
23	4.192	1.877	44.78
24	4.252	1.643	38.64
25	6.298	2.757	43.78
26	4.603	2.038	44.28
27	2.580	1.050	40.70
28	3.734	1.651	44.22
29	7.177	3.033	42.26
30	3.439	1.556	45.25
<b>SUMATORIA</b>	147.240	61.854	1265.86
<b>PROMEDIO</b>	4.908	2.062	42.20

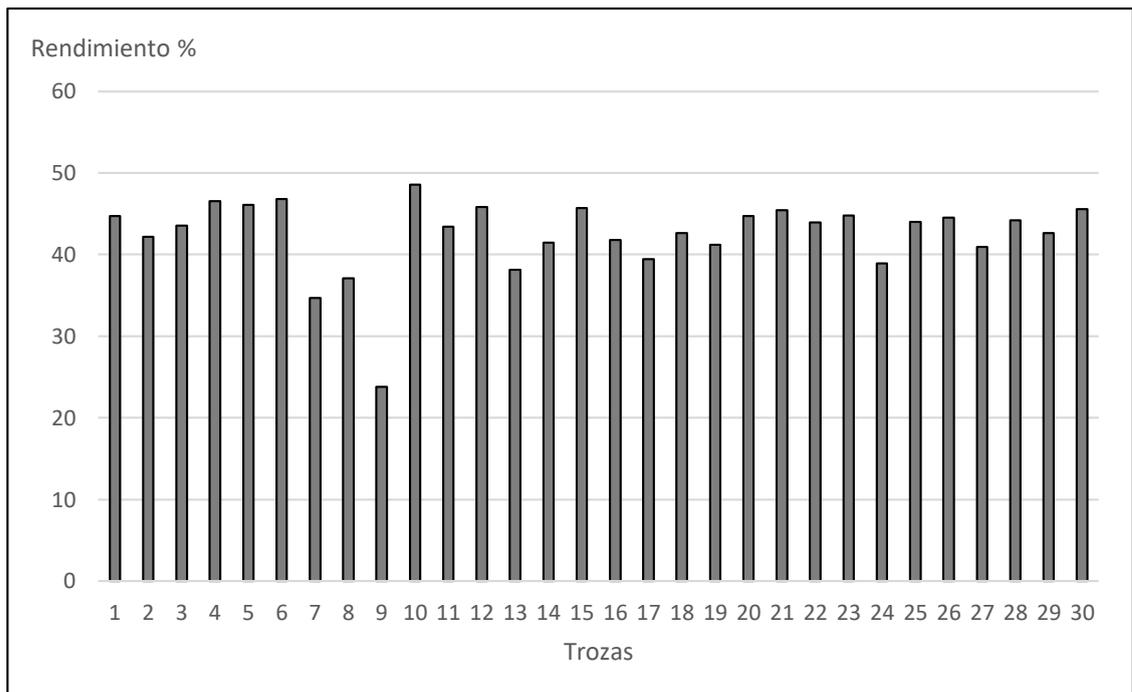


Figura 8. Rendimiento de madera rolliza a aserrada de *Copaifera reticulata* Ducke.

Chávez y Guillen (1997); Martínez (2000); Jiménez et al. (2007), el rendimiento es sinónimo de productividad, y analizando la Tabla 8 y Figura 8, para *Copaifera reticulata* D., se encontró un rendimiento promedio de madera rolliza a madera aserrada del 42.20 %, siendo la troza 10 la de mayor rendimiento 48.54 %, que comprende a la relación del volumen de madera aserrada 1.899 m<sup>3</sup>, con el volumen de madera rolliza 3.912 m<sup>3</sup>, y la troza 9, la de menor rendimiento 23.66 %.

Tabla 9. Correlación entre el volumen de madera rolliza y el volumen de madera aserrada de *Copaifera reticulata* Ducke.

TROZA	X <sup>1</sup>	X <sup>2</sup>	X <sup>1</sup> *X <sup>2</sup>	(X <sup>1</sup> ) <sup>2</sup>	(X <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	Y	
	VOLUMEN ROLLIZA	VOLUMEN ASERRADA				RENDIMIENTO %	PIEZAS
1	2.528	1.123	2.839	6.391	1.261	44.42	9
2	4.485	1.870	8.387	20.115	3.497	41.69	20
3	7.884	3.436	27.089	62.157	11.806	43.58	24
4	3.971	1.824	7.243	15.769	3.327	45.93	22
5	5.036	2.306	11.613	25.361	5.318	45.79	29
6	4.456	2.087	9.300	19.856	4.356	46.84	20
7	2.649	0.896	2.374	7.017	0.803	33.82	10
8	4.902	1.806	8.853	24.030	3.262	36.84	17
9	6.814	1.612	10.984	46.431	2.599	23.66	16
10	3.912	1.899	7.429	15.304	3.606	48.54	16
11	3.779	1.630	6.160	14.281	2.657	43.13	20
12	5.204	2.357	12.266	27.082	5.555	45.29	20
13	6.119	2.323	14.214	37.442	5.396	37.96	12
14	5.545	2.289	12.693	30.747	5.240	41.28	11
15	4.228	1.908	8.067	17.876	3.640	45.13	25
16	2.796	1.160	3.243	7.818	1.346	41.49	12
17	5.904	2.303	13.597	34.857	5.304	39.01	28
18	4.782	2.030	9.707	22.868	4.121	42.45	15
19	6.305	2.598	16.380	39.753	6.750	41.21	20
20	7.980	3.567	28.465	63.680	12.723	44.70	25
21	6.880	3.112	21.411	47.334	9.685	45.23	27
22	4.806	2.113	10.155	23.098	4.465	43.97	24
23	4.192	1.877	7.868	17.573	3.523	44.78	16
24	4.252	1.643	6.986	18.080	2.699	38.64	17
25	6.298	2.757	17.364	39.665	7.601	43.78	27
26	4.603	2.038	9.381	21.188	4.153	44.28	29
27	2.58	1.050	2.709	6.656	1.103	40.70	5
28	3.734	1.651	6.165	13.943	2.726	44.22	20
29	7.177	3.033	21.768	51.509	9.199	42.26	35
30	3.439	1.556	5.351	11.827	2.421	45.25	17
<b>SUMATORIA</b>	147.24	61.854	330.706	789.706	140.140	1265.86	588
<b>PROMEDIO</b>	4.908	2.062	11.002	26.324	4.670	42.20	19.6

<b>SCC X</b>	597.692179
<b>SCC Y</b>	42.6364771
<b>SC XY</b>	640.328656
<b>S<sup>2</sup></b>	22.08
<b>S</b>	4.70
<b>CV</b>	0.11
<b>COVAR</b>	0.778
<b>r<sup>2</sup></b>	0.832
<b>r</b>	0.912

SCC = suma de cuadrados corregidos

S<sup>2</sup> = variancia muestral

S = desviación estándar

CV = coeficiente de variación

COVAR = covariancia

r<sup>2</sup> = coeficiente de determinación

r = coeficiente de correlación

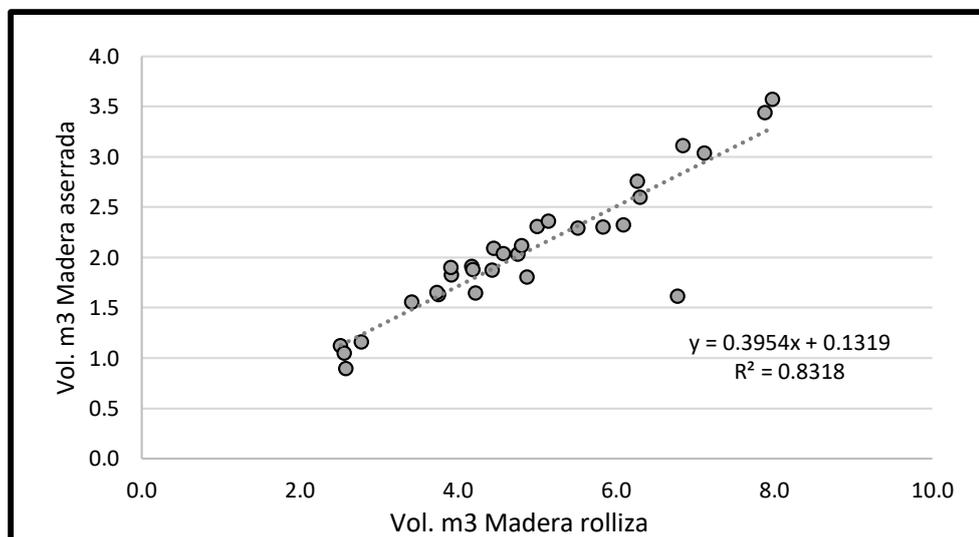


Figura 9. Correlación entre el volumen de madera rolliza y el volumen de madera aserrada de *Copaifera reticulata* Ducke.

La Figura 9, indica una mínima correlación directamente proporcional entre el volumen de madera rolliza procesada y el volumen de madera aserrada obtenida, con un  $r = 0,912$  que indica una mínima dispersión de los valores del

volumen de madera aserrada con respecto a la línea de tendencia de la ecuación de regresión.

#### 4.2. *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. (Lupuna)

Tabla 10. Volumen de madera rolliza y calidad de fuste de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

TROZA	D1 (m)	D2 (m)	L (m)	Vol. (m3)	Calidad de fuste
1	1.77	1.72	3.19	7.629	A
2	1.59	1.55	4.00	7.744	B
3	1.29	1.24	4.99	6.272	A
4	1.62	1.59	4.12	8.336	A
5	1.12	0.93	9.60	7.922	A
6	1.30	1.29	3.15	4.149	B
7	1.21	1.16	4.86	5.360	A
8	1.34	1.34	3.19	4.499	B
9	1.42	1.23	3.19	4.399	A
10	1.23	1.05	6.52	6.655	A
11	1.35	1.24	3.20	4.215	A
12	1.35	1.27	6.31	8.505	A
13	1.22	1.19	6.39	7.287	A
14	1.78	1.71	3.25	7.773	B
15	1.15	1.26	6.43	7.333	A
16	0.83	0.81	9.66	5.101	A
17	0.90	0.81	6.41	3.680	A
18	1.32	1.31	6.39	8.678	A
19	1.09	0.92	7.99	6.338	A
20	1.04	0.94	6.18	4.757	A
21	0.94	0.74	7.82	4.334	A
22	1.39	1.36	4.68	6.949	A
23	1.67	1.64	3.16	6.798	A
24	1.08	0.92	6.40	5.027	A
25	0.97	0.84	6.30	4.053	A
26	1.36	1.33	3.24	4.603	A
27	1.31	1.32	3.23	4.387	A
28	0.84	0.73	3.60	1.742	B
29	1.28	1.18	3.18	3.779	A
30	1.25	1.20	6.36	7.496	A
<b>SUMATORIA</b>	<b>38.01</b>	<b>35.82</b>	<b>156.99</b>	<b>175.800</b>	
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.26</b>	<b>1.19</b>	<b>5.233</b>	<b>5.860</b>	

A = fuste cilíndrico, derecho y sin ataques de ninguna clase y si los hubiese son mínimos.

B = fuste semicilíndrico, semisinuoso y ataques de agentes patógenos hasta un 30 %.

Se trabajó con 30 trozas de lupuna, con diferentes dimensiones, diámetro mayor entre 0.83 m y 1.78 m y diámetro menor entre 0.73 m y 1.72 m, longitudes entre 3.15 m y 9.66 m y un total de 175.800 m<sup>3</sup> de madera rolliza.

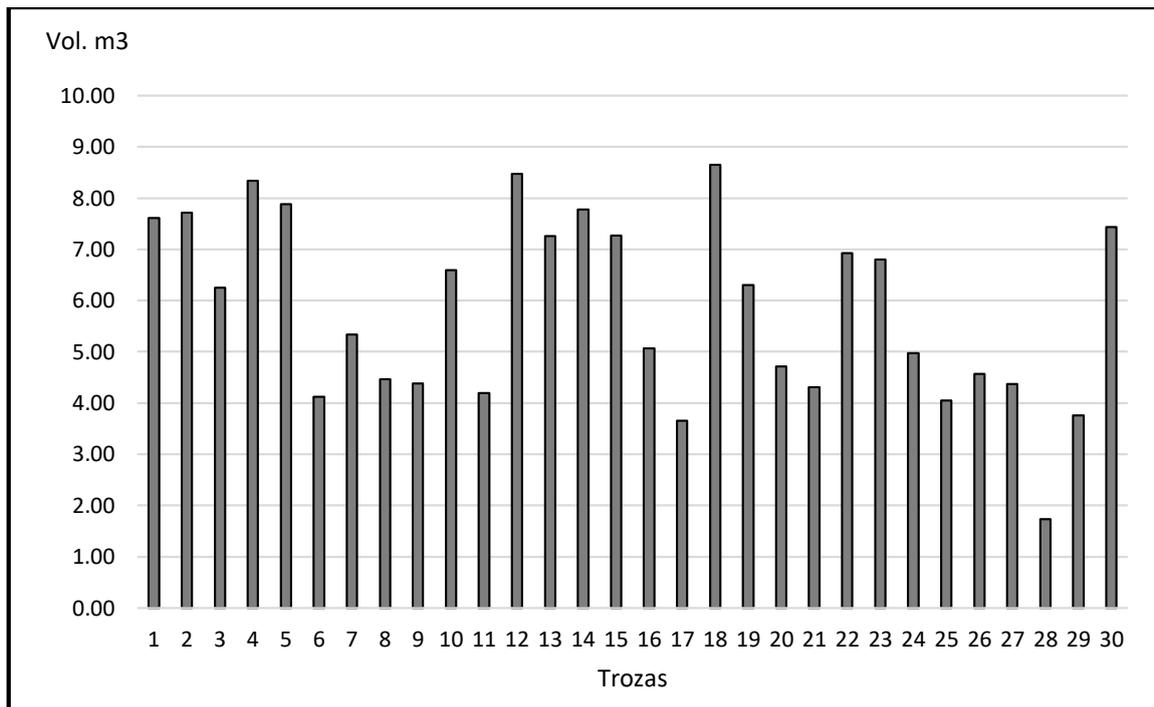


Figura 10. Volumen de madera rolliza por troza de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

Analizando la Tabla 10 y Figura 10, se determinó un volumen total de 175.800 m<sup>3</sup> para las 30 trozas de calidad A y B, con un promedio de 5.860 m<sup>3</sup>, las trozas 4, 12 y 18 presentaron los volúmenes mayores 8.336 m<sup>3</sup>, 8.505 m<sup>3</sup>. y 8.678 m<sup>3</sup> y son de calidad A, así mismo la troza número 28 de calidad A, obtuvo 1.731 m<sup>3</sup>; según la (Confederación Nacional de la Madera 2006), los parámetros de las especies en estudio se encuentran dentro del rango, y el estudio realizado por (Gustavo 2005), indica, que el tamaño y la forma de las trozas son principales factores que influyen en el coeficiente de rendimiento.

Tabla 11. Volumen de madera aserrada de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

<b>TROZA</b>	<b>X<sub>1</sub> VOLUMEN ROLLIZA (m<sup>3</sup>)</b>	<b>X<sub>2</sub> VOLUMEN ASERRADA (m<sup>3</sup>)</b>
1	7.629	3.377
2	7.744	3.209
3	6.272	3.311
4	8.336	3.696
5	7.922	3.496
6	4.149	1.808
7	5.360	2.620
8	4.499	2.011
9	4.399	2.095
10	6.655	3.237
11	4.215	2.097
12	8.505	3.998
13	7.287	3.333
14	7.773	3.552
15	7.333	3.288
16	5.101	2.186
17	3.680	1.690
18	8.678	4.002
19	6.338	2.858
20	4.757	2.170
21	4.334	2.040
22	6.949	3.618
23	6.798	3.117
24	5.027	2.184
25	4.053	1.753
26	4.603	2.074
27	4.387	2.211
28	1.742	0.620
29	3.779	1.502
30	7.496	3.046
<b>SUMATORIA</b>	<b>175.800</b>	<b>80.199</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.860</b>	<b>2.673</b>

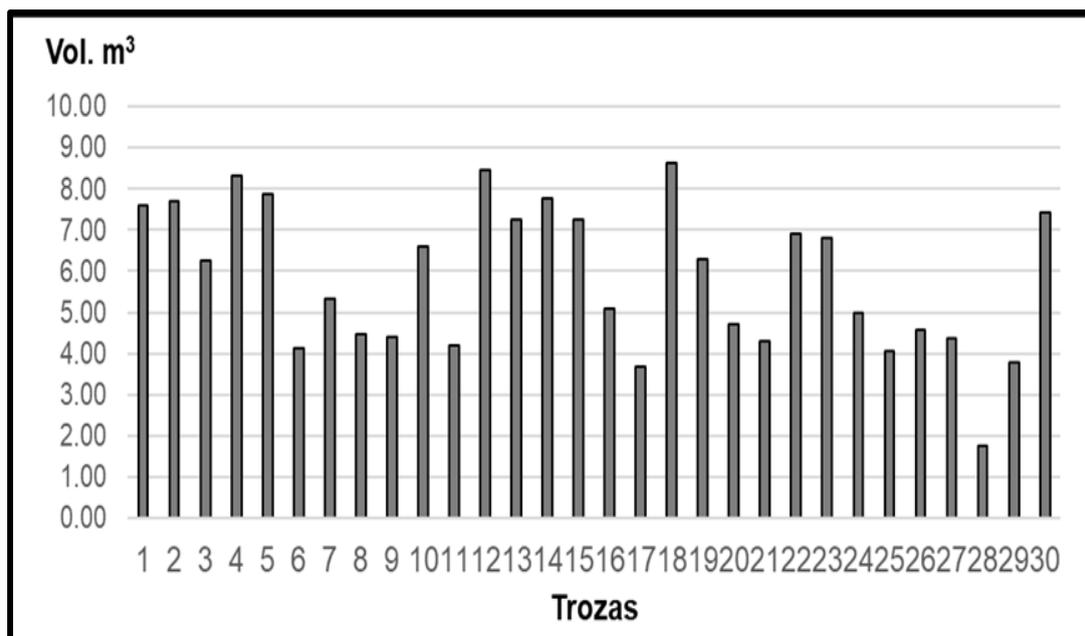


Figura 11. Volumen de madera aserrada por troza de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

Analizando la Tabla 12 y Figura 8, se observa que las trozas 4, 14 y 18 presentan el mayor volumen de madera aserrada  $3.696 \text{ m}^3$ ,  $3.998 \text{ m}^3$ ,  $4.002 \text{ m}^3$  respectivamente, y la troza 28 presenta el menor volumen de madera aserrada  $0.62 \text{ m}^3$ , comprendiendo un volumen total para las 30 trozas evaluadas de  $80.199 \text{ m}^3$  y un promedio de  $2.673 \text{ m}^3$ .

Según (Fahey Ayer- Sachet, 1993), citado por (Meza 2010) el diámetro de la troza y por ende el volumen de madera rolliza, es uno de los factores de mayor incidencia en el aserrío, demostrándose que a medida que aumenta el volumen, también se incrementa el volumen de madera aserrada; así mismo se debe considerar la calidad de las trozas (Chávez y Guillen 1997; Ríos 2005), indican que la calidad de la troza incide en la calidad y volumen de la madera aserrada, como se observa en los resultados hallados.

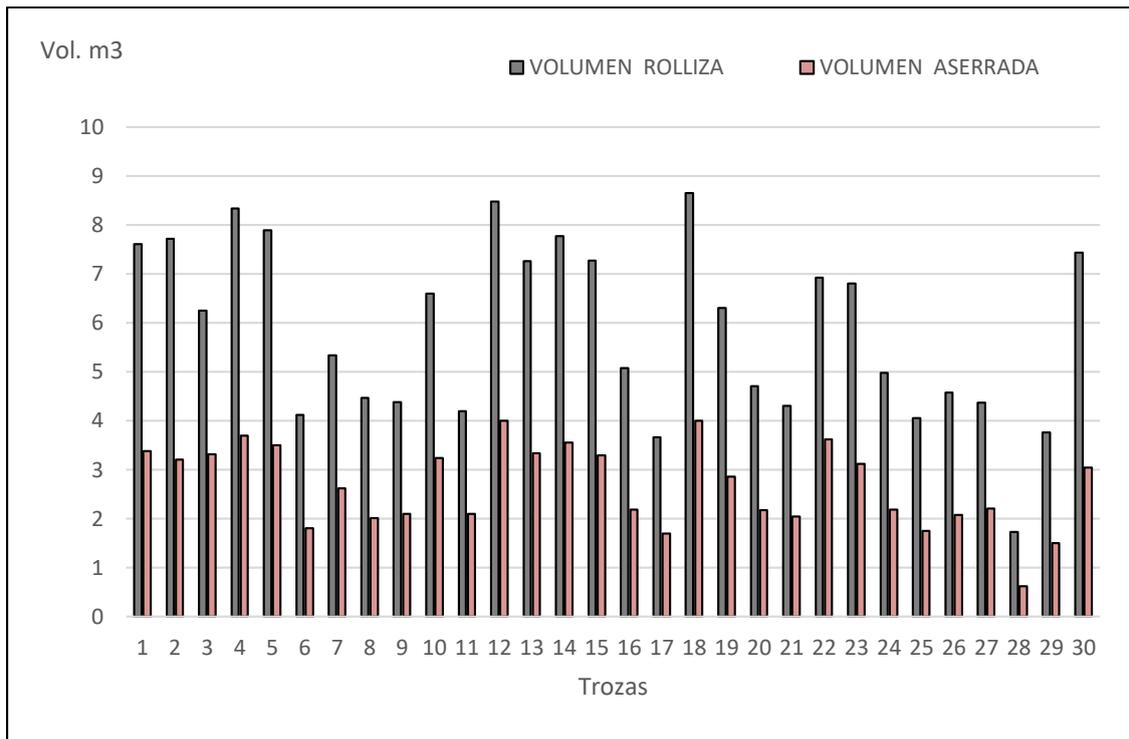


Figura 12. Relación de madera rolliza y madera aserrada de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

En la Figura 12, las trozas 4, 12 y 18 presentan los mayores volúmenes de madera rolliza y por consiguiente los mayores volúmenes de madera aserrada, en cambio la troza 28 presenta el menor volumen, tanto para madera rolliza como para madera aserrada. Considerándose que a mayor volumen de madera rolliza se obtiene mayor volumen de madera aserrada (Meza 2010).

Tabla 12. Número de piezas por troza de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

<b>TROZA</b>	<b>X<sub>2</sub> VOLUMEN ASERRADA (m<sup>3</sup>)</b>	<b>PIEZAS (unidades)</b>
1	3.377	30
2	3.209	22
3	3.311	15
4	3.696	22
5	3.496	30
6	1.808	18
7	2.620	12
8	2.011	18
9	2.095	16
10	3.237	29
11	2.097	21
12	3.998	34
13	3.333	32
14	3.552	31
15	3.288	33
16	2.186	20
17	1.690	14
18	4.002	34
19	2.858	25
20	2.170	18
21	2.040	16
22	3.618	20
23	3.117	24
24	2.184	16
25	1.753	15
26	2.074	16
27	2.211	20
28	0.620	6
29	1.502	13
30	3.046	24
<b>SUMATORIA</b>	<b>80.199</b>	<b>644.00</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>2.673</b>	<b>21.47</b>

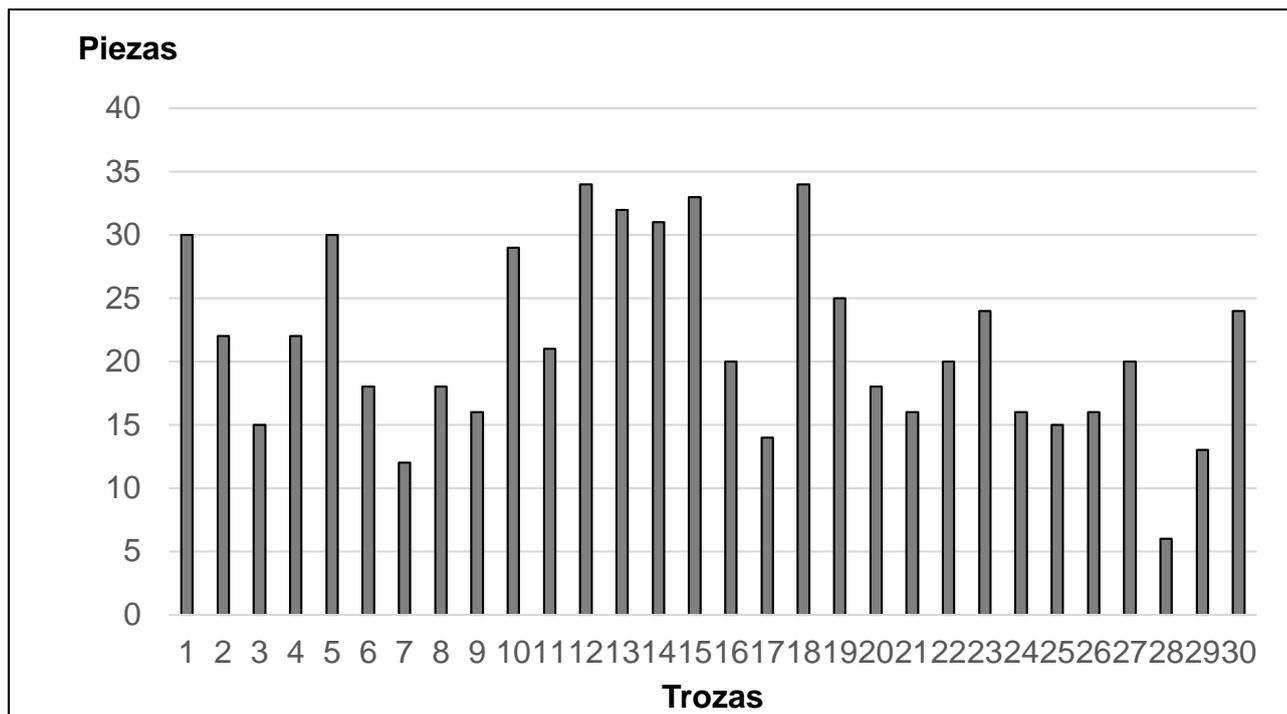


Figura 13. Número de piezas aserradas por troza de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

Como se demuestra en la Tabla 12 y Figura 13, las trozas número 12, 15 y 18 aportaron la mayor cantidad de piezas aserradas correspondientes a 34, 33 y 34 piezas respectivamente; la troza número 28 solo produjo 6 piezas aserradas consistente en tabloncillos de 4", 3", 2" y 1" de espesor y anchos de 4" a más, por lo tanto, el número de piezas no es un factor que influye en el rendimiento de aserrío, ya que el tipo de producto que se obtiene es variado.

Tabla 13. Rendimiento de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

TROZA	X <sub>1</sub> VOLUMEN ROLLIZA (m <sup>3</sup> )	X <sub>2</sub> VOLUMEN ASERRADA (m <sup>3</sup> )	Y RENDIMIENTO %
1	7.629	3.377	44.27
2	7.744	3.209	41.44
3	6.272	3.311	52.79
4	8.336	3.696	44.34
5	7.922	3.496	44.13
6	4.149	1.808	43.58
7	5.360	2.620	48.88
8	4.499	2.011	44.70
9	4.399	2.095	47.62
10	6.655	3.237	48.64
11	4.215	2.097	49.75
12	8.505	3.998	47.01
13	7.287	3.333	45.74
14	7.773	3.552	45.70
15	7.333	3.288	44.84
16	5.101	2.186	42.85
17	3.680	1.690	45.92
18	8.678	4.002	46.12
19	6.338	2.858	45.09
20	4.757	2.170	45.62
21	4.334	2.040	47.07
22	6.949	3.618	52.07
23	6.798	3.117	45.85
24	5.027	2.184	43.45
25	4.053	1.753	43.25
26	4.603	2.074	45.06
27	4.387	2.211	50.40
28	1.742	0.620	35.59
29	3.779	1.502	39.75
30	7.496	3.046	40.64
<b>SUMATORIA</b>	175.800	80.199	1362.13
<b>PROMEDIO</b>	5.860	2.673	45.40

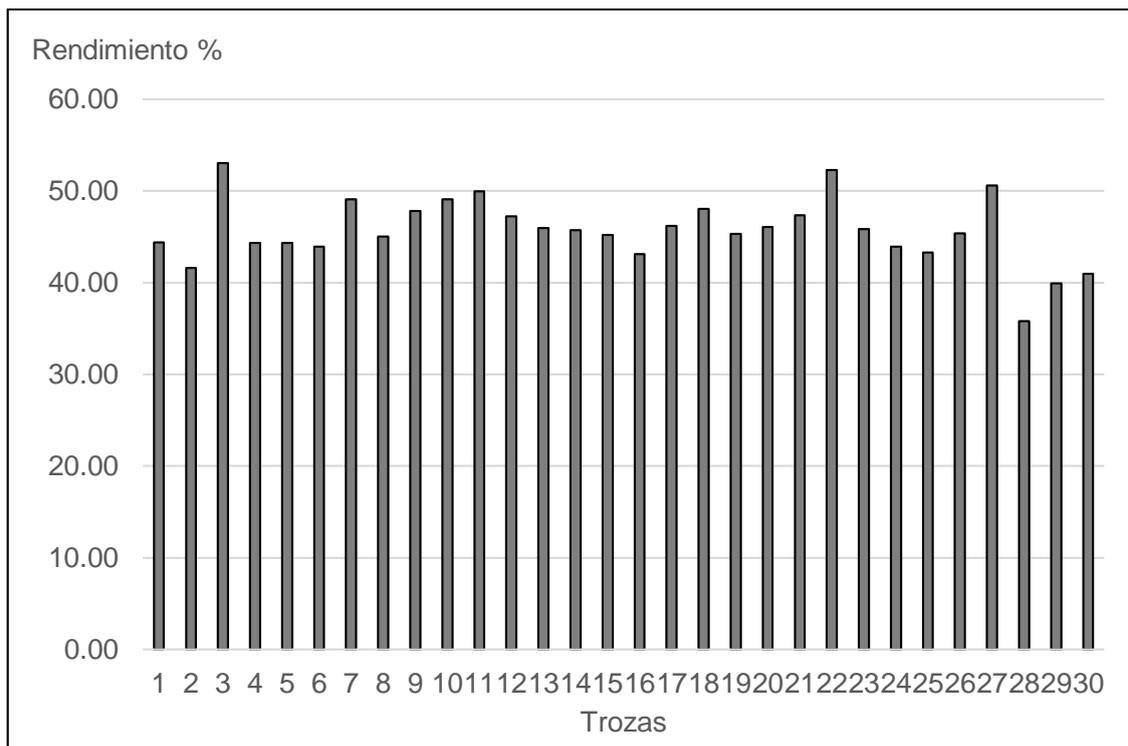


Figura 14. Rendimiento de madera rolliza a madera aserrada de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

Como se observa en la Tabla 13 y Figura 14, se determinó un rendimiento promedio de madera rolliza a madera aserrada de 45.40 %, correspondiendo a la troza número 3 el mayor rendimiento de 52.79 %, que corresponde a la relación del volumen de madera aserrada 3.311 m<sup>3</sup>, y el volumen de madera rolliza 6.272 m<sup>3</sup>, el de menor rendimiento 35.59 %, corresponde a troza 28, si comparamos con los rendimientos encontrados por (INRENA 2008) de 52 % para especies latifoliadas, es muy bajo lo determinado, esto se debe fundamentalmente al tipo de producto aserrado donde el producto transformado fueron tablones. Para (Schrewe 1981), el coeficiente de rendimiento en la industria del aserrío tiene mucha importancia para determinar con exactitud la pérdida de madera y su valor inherente.

Tabla 14. Correlación entre el volumen de madera rolliza y el volumen de madera aserrada de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

TROZA	X <sup>1</sup>	X <sup>2</sup>	X <sup>1</sup> *X <sup>2</sup>	(X <sup>1</sup> ) <sup>2</sup>	(X <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	Y	
	VOLUMEN ROLLIZA	VOLUMEN ASERRADA				RENDIMIENTO %	PIEZAS
1	7.629	3.377	25.76	58.20	11.40	44.27	30
2	7.744	3.209	24.85	59.97	10.30	41.44	22
3	6.272	3.311	20.77	39.34	10.96	52.79	15
4	8.336	3.696	30.81	69.49	13.66	44.34	22
5	7.922	3.496	27.70	62.76	12.22	44.13	30
6	4.149	1.808	7.50	17.21	3.27	43.58	18
7	5.360	2.620	14.04	28.73	6.86	48.88	12
8	4.499	2.011	9.05	20.24	4.04	44.70	18
9	4.399	2.095	9.22	19.35	4.39	47.62	16
10	6.655	3.237	21.54	44.29	10.48	48.64	29
11	4.215	2.097	8.84	17.77	4.40	49.75	21
12	8.505	3.998	34.00	72.34	15.98	47.01	34
13	7.287	3.333	24.29	53.10	11.11	45.74	32
14	7.773	3.552	27.61	60.42	12.62	45.70	31
15	7.333	3.288	24.11	53.77	10.81	44.84	33
16	5.101	2.186	11.15	26.02	4.78	42.85	20
17	3.680	1.690	6.22	13.54	2.86	45.92	14
18	8.678	4.002	34.73	75.31	16.02	46.12	34
19	6.338	2.858	18.11	40.17	8.17	45.09	25
20	4.757	2.170	10.32	22.63	4.71	45.62	18
21	4.334	2.040	8.84	18.78	4.16	47.07	16
22	6.949	3.618	25.14	48.29	13.09	52.07	20
23	6.798	3.117	21.19	46.21	9.72	45.85	24
24	5.027	2.184	10.98	25.27	4.77	43.45	16
25	4.053	1.753	7.10	16.43	3.07	43.25	15
26	4.603	2.074	9.55	21.19	4.30	45.06	16
27	4.387	2.211	9.70	19.25	4.89	50.40	20
28	1.742	0.620	1.08	3.03	0.38	35.59	6
29	3.779	1.502	5.68	14.28	2.26	39.75	13
30	7.496	3.046	22.83	56.19	9.28	40.64	24
<b>SUMATORIA</b>	<b>175.800</b>	<b>80.199</b>	<b>512.710</b>	<b>1123.57</b>	<b>234.96</b>	<b>1362.13</b>	<b>644</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>5.860</b>	<b>2.673</b>	<b>17.090</b>	<b>37.45</b>	<b>7.832</b>	<b>45.40</b>	<b>21.47</b>

<b>SCC X</b>	308.732672
<b>SCC Y</b>	60.5122079
<b>SC XY</b>	369.244880
<b>S<sup>2</sup></b>	12.73
<b>S</b>	3.56
<b>CV</b>	0.80
<b>COVAR</b>	0.976
<b>r<sup>2</sup></b>	0.9521
<b>r</b>	0.975

SCC = suma de cuadrados corregidos

S<sup>2</sup> = variancia muestral

S = desviación estándar

CV = coeficiente de variancia

COVAR = covariancia

r<sup>2</sup> = coeficiente de determinación

r = coeficiente de correlación

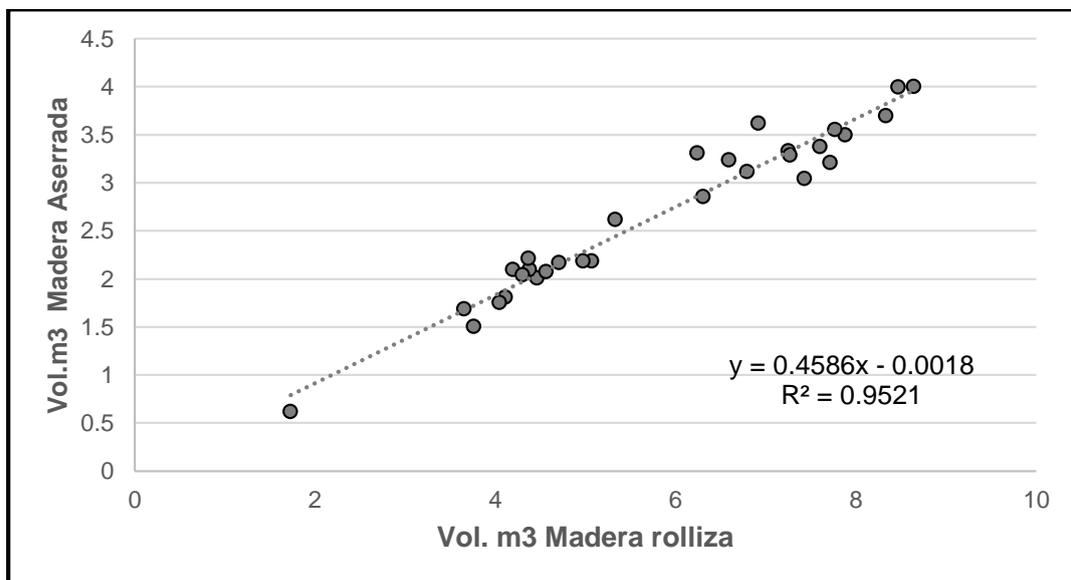


Figura 15. Correlación entre el volumen de madera rolliza y el volumen de madera aserrada de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.

La figura 15, indica una mínima correlación directamente proporcional entre el volumen de madera rolliza procesada y el volumen de madera aserrada obtenida, con un  $r = 0,975$  que indica una mínima dispersión de los valores del volumen de madera aserrada con respecto a la línea de tendencia de la ecuación de regresión.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

El rendimiento o coeficiente de aserrío determinado para *Copaifera reticulata* Ducke, fue de 42.45 %, promedio de 30 trozas evaluadas, la troza 10 el mayor rendimiento 48.54 % y la troza 9 el menor rendimiento 23.66 %, para *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn , se determinó un rendimiento promedio de 45.40 %, la troza 3 el mayor rendimiento 52.79 %; en cambio la troza 28 presentó el menor rendimiento 35.59 %.

El volumen total de madera rolliza para la especie de *Copaifera reticulata* Ducke, fue de 147.240 m<sup>3</sup> con un promedio de 4.908 m<sup>3</sup>, la troza 20 fue la de mayor volumen con 7.980 m<sup>3</sup> con respecto a la troza 1 de menor volumen 2.528 m<sup>3</sup> y calidad de fuste tipo A. La especie *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, con un volumen total de 175.800 m<sup>3</sup> un promedio de 5.860 m<sup>3</sup> la troza 18 con el mayor volumen 8.678 m<sup>3</sup> y la troza 28 con el menor volumen 1.742 m<sup>3</sup> con calidad de fuste tipo A.

La producción de madera aserrada fue tablonos y tablas de 4",3",2" y 1" pulgadas de espesor, para *Copaifera reticulata* Ducke, se obtuvo un volumen total de 61.854 m<sup>3</sup> y un promedio de 2.062 m<sup>3</sup>, la troza 20 fue el de mayor volumen 3.567 m<sup>3</sup> y la troza 7 la de menor volumen 0.896 m<sup>3</sup>, con una calidad de fuste del tipo A. Para la especie *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, un volumen total de 80.199 m<sup>3</sup> y un promedio de 2.673 m<sup>3</sup>, la troza 18 el de mayor volumen 4.002 m<sup>3</sup> y la troza 28 el de menor volumen 0,620 m<sup>3</sup>.

El número de piezas aserradas, para *Copaifera reticulata* Ducke, fue de 588 piezas, con un promedio de 19.6 piezas por troza, la troza 29 aportó el mayor número de piezas 35 y la troza 27 el menor número de piezas 5; y para *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, un total de 644 piezas aserradas, promedio de 21.47 piezas por troza, las trozas número 12 y 18 rindieron 24 piezas cada una y la troza 28 aportó el menor número de piezas 6.

El análisis de correlación entre el volumen de madera rolliza y el volumen de madera aserrada para *Copaifera reticulata* Ducke, fue de 0.912, con un coeficiente de determinación de 0.832, lo que indica que el 83.2 % de la variación de la variable volumen de madera aserrada es explicada por la variación de la variable volumen de madera rolliza, con una desviación estándar de 4.70, coeficiente de variación de 0.11. En cambio, para *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, el coeficiente de correlación fue 0.975, con un coeficiente de determinación de 0.9521, donde el 95.21 % de la variación de la variable volumen de madera aserrada es explicada por la variación de la variable volumen de madera rolliza, con una desviación estándar de 3.56 y un coeficiente de variación de 0.80.

## **5.2. Recomendaciones**

Para obtener mayores rendimientos en el aserrío, se debe considerar la clasificación de la madera rolliza en patio según su calidad y el trozado se debe realizar en longitudes uniformes y no variables, debido al desperdicio de madera durante el proceso.

Realizar el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de la especie *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn, porque hasta la fecha no se reportan estudios de esta naturaleza, debido a que su comercialización como tablas y tablonés, se realiza solo en la región Madre de Dios.

Realizar estudios de rendimiento considerando otros factores relacionados a los equipos de aserrío y tiempos de operación en el proceso.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aldás, L. 2014. Estudio sobre rendimiento en el proceso de transformación de madera rolliza a madera escuadrada de pino (*Pinus radiata* D. Don), con dos tipos de aserradero, en la ciudad de Riobamba-Ecuador.

Álvarez, Jimenez, Prados y Estevez. 2004. Optimización de procesos de secado de madera aserrada a partir de un relevamiento nacional de empresas madereras. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Centro de Tecnología de la Madera. Buenos Aires.

Arroyo Maury, Francis E. 2010. Factor de conversión en aserrío para trozas de eucalipto *Eucalyptus globulus* Labill de una plantación agroforestal en el Valle del Mantaro. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. UNALM. Facultad de Ciencias Forestales. Lima. Perú. 61 p.

Aybar-Camacho, C.; Lavado-Casimiro, W.; Sabino, E.; Ramírez, S.; Huerta, J. & Felipe-Obando, O. 2017. Atlas de zonas de vida del Perú – Guía Explicativa. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Dirección de Hidrología

(Proyecto de manejo forestal sostenible).1997. Estudio de rendimiento, tiempos y movimientos en el aserrío Proyecto BOLFOR USAID. Manual práctico. Santa Cruz – Bolivia. 25 p.

Cahuana , W. 2007. Estudio de rendimiento y tiempos en el proceso de aserrío de trozas de *Swietenia macrophylla* King (Caoba) con un aserradero de cinta vertical, en la provincia de Tahuamanu.

CNA (Cámara Nacional Forestal, PE). 1996. Utilización industrial de nuevas especies forestales en el Perú. II Edición. CNF. Perú 240 p.

Chávez, A; Guillen, A. 1997 Estudio de rendimiento, tiempos y movimientos en el aserrío. Manual Práctico. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 32 p.

China-Rivera 2000. Alvarado et al.2010. *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn. ceiba, kapok. En: J. K. Francis y C. A. Lowe (editores). Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. International Institute of Tropical

Forestry, General Technical Report IITF-15, p. 135-138. Disponible en <http://www.fs.fed.us/global/iitf/Ceibapentandra.pdf>.

COPANT (Comité Panamericano de normas técnicas, ).1973. Maderas, selección y colección de muestras.

CNM (Confederación Nacional de la Madera, PE). 2006. disponible en: <http://www.geocities.com/obregon22/Estoraque.html>.

Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. New York, USA.

Delgado García, JM. 2004. Espaciamiento inicial y la calidad de madera aserrada de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* (en línea). Cuba, Universidad de Pinar del Río, Instituto de Investigaciones Forestales. Consultado 15 marzo 2007. Disponible en <http://www.ciget.pinar.cu/default.htm>.

Donald Ramos & Américo Castro. 2014 Actividad antibacteriana de *Copaifera reticulata* "Copaiba" sobre *Porphyromonas gingivalis* aisladas de pacientes con periodontitis: Odontol. Sanmarquina 2014; 17(1):7-11

Egas, A. 1998. Consideraciones para elevar los rendimientos en aserraderos con sierras de banda. Tesis Grado de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río, Cuba. 100 p.

Gonzales J. C. 2003. Rendimiento de madera aserrada larga comercial y corta a partir de la madera rolliza de la especie Catahua (*Hura crepitans*). Informe de Práctica Pre- Profesional Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa-Perú.

Gustavo, C. 2005. Hacia un programa de mejoramiento de la industria del aserrado. Revista Argentina Forestal N° 15. Disponible en: <http://www.negociosforestales.com.ar/publicaciones.htm>

Huarcaya, D. 2011 Rendimiento en aserrio de (*Myroxylon balsamum* Harms y *Dipteryx micrantha* Harms) Iñapari Madre de Dios.Tesis para optar el Título Profesional de: Ingeniero Forestal y Ambiental UNCP. Huancayo, Perú 2011. 78 P.

INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales, PE). 2008. Resolución Jefatural N° 002-2008- INRENA. 6 p.

Kometter, R; Maravi, E. 2007. Metodología para elaborar tablas nacionales de conversión volumétrica de madera rolliza en pie a madera aserrada calidad exportación. Lima, Perú. 65 p.

Martínez, P; Manuel, C; Vukasovic, R. 2004. Aplicación a gran escala en un aserradero mediano. Informe de rendimiento del aserradero KAREKEN. Sub proyecto Aserradero. PIARFON BAP – 2004 26 p

Meza, H. 2010. Determinación del rendimiento de la madera de *Myroxylon balsamum* (L.) Harms (estoraque) en la producción de tablas deck para pisos en la industria de maderas. Servicios Aguilar EIRL (IMSA) Universidad Nacional del Ucayali. Pucallpa. Perú. 34 p.

Miche, M. 2006. Estudio de Rendimiento de trozas en shihuahuaco en el Aprovechamiento a tablillas noviembre del 2006. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Puerto Maldonado-Madre de Dios.

Miguel, H . 1989. Rendimiento en aserrío de eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill), en el Valle del Mantaro. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. UNALM. Lima. Perú. 130 p.

Minaya, J. 2006. Términos de referencia para la elaboración de estudios de rendimiento en el aserrío de madera. Lima. 46 p.

Ortiz, R. 2015. Determinación del coeficiente y calidad de aserrío del género *Pinus* en la región sierra sur, Oaxaca, México.

Proyecto INDECI – PNUD PER / 02 / 051 Ciudades Sostenibles. Dirección Regional de Defensa Civil. Madre de Dios. 118 p.

PROYECTO PD8/92 REV2 F. Estudio de Crecimiento de Especies Nativas de Interés Comercial en Honduras (PROECEN). Colección de Maderas Tropicales de Honduras 7 P.

Quiroz, R. 1990. Optimización del proceso de aserrío en maderas de cortas dimensiones en el Pacífico Seco. Tesis Mag. Sc. Turrialba. Costa Rica. 131 p

Reynel, C.; Pennington, R.; Pennington, T.; Flores, C.; Daza, A. 2003. Árboles útiles de la amazonía peruana. Lima, PE, Darwin Initiative, ICRAF. 509 p.

Ríos, M. 2005 Manual de buenas prácticas de manufactura para la industria del aserrío. Documento N° 2. Informe Final de Consultoría Contrato N° 017/2004/BID 1442/CI/PC Madera Aserrada. Lima. Perú. 70 p.

Rosales, E. 2003. Coeficiente de conversión para el aserrío de *Dypteryx odorata* (Aublet) Willd, (Shihuahuaco), en el Aserradero Forestal Rio Piedras S.A.C. Documento Técnico MDD-Puerto Maldonado.

Salas, H. 2007. Industria maderera en el Perú. Universidad de San Martín de Porres Lima- Perú 2007.

Sistema de clasificación APG IV. 2016. (En línea). Revisado 22 de julio 2019. Disponible en: [https://translate.googleusercontent.com/translate\\_c?depth=1&hl=es&prev=search&url=translate.google.com.pe&sl=en&u=https://www.researchgate.net/publication/299489625\\_An\\_update\\_of\\_the\\_Angiosperm\\_Phylogeny\\_Group\\_classification\\_for\\_the\\_orders\\_and\\_families\\_of\\_flowering\\_plants\\_APG\\_IV&usg=ALkJrhh7LcGe5OnbqY2l6nGcy7OKOwLcKw](https://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=es&prev=search&url=translate.google.com.pe&sl=en&u=https://www.researchgate.net/publication/299489625_An_update_of_the_Angiosperm_Phylogeny_Group_classification_for_the_orders_and_families_of_flowering_plants_APG_IV&usg=ALkJrhh7LcGe5OnbqY2l6nGcy7OKOwLcKw).

Schrewe, H. 1981. La industria del aserrío en el Perú. Proyecto PNUD/FAO/PER/78/003. Documento de Trabajo N° 8. Lima. Perú. 60 p.

Tolmos, R. 2001. Determinación del coeficiente de conversión de madera rolliza a madera aserrada con sierra cinta de la especie shihuahuaco, (*Dipteryx* sp.). Tesis de Magíster Scientiae. UNALM. Perú. 92 p.

Tropicos (2019). Missouri Botanical Garden. St Louis. Recuperado de [www.tropicos.org](http://www.tropicos.org).

Vásquez, O. 2013. Rendimiento por grados de calidad en el aserrío de *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) en el aserradero AFRESAC, Iquitos – 2013.

Zavala, D. 1991. Manual para el establecimiento de un sistema de control de la variación de refuerzos en madera aserrada. Chapingo, México, Universidad Autónoma de Chapingo. 49 p. (Serie de Apoyo Académico no. 44).

## ANEXO 1. PANEL FOTOGRÁFICO



Foto 1. Patio de trozas del aserradero Grupo Cardozo S.A.C.



Foto 2. Selección de trozas al azar de copaiba y lupuna para el estudio



Foto 3 y 4. Trozas de copaiba y lupuna listas para ser aserradas.



Foto 5. Ingreso de trozas de *Copaifera reticulata* D al aserradero a través de un cargador frontal 938 caterpillar



Foto 6. Primer corte de madera en sierra cinta horizontal de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn



Foto 7. Pimer corte de madera en sierra cinta horizontal de *Copaifera reticulata* Ducke



Foto 8. Proceso de canteado en tablonces de *Ceiba pentandra* (L.) Gaertn



Foto 9. Proceso de canteado en tablonces de *Copaifera reticulata* Ducke



Fotos 10 y 11. Cubicacion de madera aserrada de lupuna y copaiba.



Fotos 12 y 13. Sala de Afilado de cintas para sierra horizontal.

Fotos 14 y 15. Maquinas del aserradero GRUPO CARDOZO S.A.C.  
(Sierra cinta, canteadora, recuperadora y despuntadora)



Foto 16. Sierra cinta horizontal XE135 / XE160 SERRA



Fotos 17 y 18. Canteadora y despuntadora (shiffer)

**ANEXO 2. FORMATOS DE REGISTRO DE INFORMACION DE MADERA ROLLIZA Y ASERRADA**

**FORMATO N° 1: CUBICACIÓN DE MADERA ROLLIZA**

Nombre de la empresa..... Fecha.....  
 Especie..... Tipo de producto.....

N°	Especie	Código monte	Código planta	Dm	dm	L	Vol m <sup>3</sup>	Observaciones
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Nombre de la empresa..... Fecha.....  
 Especie..... Tipo de producto.....

N°	Especie	Código monte	Código planta	Dm	dm	L	Vol m <sup>3</sup>	Observaciones
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								





"Año del Buen Servicio al Ciudadano"  
 "Madre de Dios Capital de la Biodiversidad del Perú"

**RESOLUCIÓN DIRECTORAL REGIONAL N° 2701-2017-GOREMAD-GRRNYGA-DRFFS**  
 (Aprobación de Reingreso a Parcela de Corta para el Aprovechamiento de Madera PO (PC 12))

Puerto Maldonado., 01 SEP 2017

**VISTO:**

La Carta N° 013-2017-CONSOLIDADO MADERACRE, Exp. N° 1546 de fecha 21 de Julio del 2017, mediante el cual el Sr Nelson N. Kroll Kohel., Gerente Forestal de La empresa Consolidado Maderacre SAC, conformado por las empresas: Maderera Río Acre S.A.C. (MADERACRE S.A.C.), con contrato N° 17-TAH/C-J-001-02, Agrícola Las Gramas S.A.C., con contrato N° 17-TAH/C-J-024-02, N° 17-TAH/C-J-025-02, N° 17-TAH/C-J-026-02, N° 17-TAH/C-J-033-02, N° 17-TAH/C-J-035-02, N° 17-TAH/C-J-036-02, N° 17-TAH/C-J-054-02. Ubicado en el Distrito de Iñapari, Provincia de Tahuamanu, Departamento de Madre de Dios. Presenta su Expediente Solicitud de Reingreso del PO PC 12 culminado en el Periodo 2015-2016, el mismo que fue elaborado y suscrito por el Ing° Nelson N. Kroll Kohel, con Licencia de Regente Forestal LIC-RE-2016-003 y registro de Matrícula CIP N° 85198;

El Informe Técnico N° 264-2017-GOREMAD-GRRNYGA-DRFFS/DRFFS-TAH/CFM/LEQ, de fecha 08 de Agosto del 2017, emitida por el B/Ing. Lizbeth Estrada Quispe, Exp N° 1641, mediante el cual recomienda aprobar la solicitud de Reingreso a la Parcela de Corta 12, del PO Zafra 2014-2015 Culminada en el Periodo 2015-2016, dando cumplimiento a los requisitos establecidos en el TUPA, aprobado mediante Ordenanza Regional N° 09-2016-RMDD/CR, y;

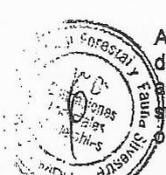
**CONSIDERANDO:**



Que, en el artículo 66° de la Constitución Política del Perú, define que los recursos naturales, renovables, son patrimonio de la Nación y que el Estado es soberano en su aprovechamiento, añadiendo en su artículo 67° además promueve el uso sostenible de los mismos;



Que, la Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos naturales, dispone que los recursos naturales renovables o no renovables mantenidos en su fuente son patrimonio de la Nación y el Estado es soberano en su aprovechamiento y; que los derechos para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales se otorgan a los particulares mediante las modalidades que establecen las Leyes especiales para cada recurso natural; es decir, el aprovechamiento de los recursos naturales se realiza únicamente a través de modalidades y los procedimientos establecidos para cada caso;



Que, la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en su artículo 85° enfatiza que los recursos naturales son patrimonio de la Nación y que sólo por derecho otorgado de acuerdo a la Ley y al debido procedimiento pueden aprovecharse los frutos o productos de los mismos, salvo las excepciones dispuestas en la Ley;

Que, conforme se desprende del título preliminar en su artículo VIII de la Ley del Procedimiento Administrativo General Ley N° 27444, Que literalmente prescribe: Las autoridades administrativas no podrán dejar de resolver las cuestiones que se les proponga por deficiencia de sus fuentes; en tales casos, acudirán a los principios del procedimiento administrativo previsto en esta ley; en su defecto, a otras fuentes supletorias del derecho administrativo, y solo subsidiariamente a estas, a las normas de otros ordenamientos que sean compatibles con su naturaleza y finalidad;

Que, la Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, en su artículo 1 señala que la Ley tiene por finalidad promover la conservación, la protección, el incremento y el uso sostenible del patrimonio forestal y de fauna silvestre dentro del territorio nacional, integrando su manejo con el mantenimiento y mejora de los servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre, en armonía con el interés social, económico y ambiental de la Nación; así como impulsar el desarrollo forestal, mejorar su competitividad, generar y acrecentar los recursos forestales y de fauna silvestre y su valor para la sociedad; y como objeto establecer el marco legal para regular, promover y supervisar la actividad forestal y de fauna silvestre;



GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS  
GERENCIA REGIONAL DE RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN DEL AMBIENTE  
DIRECCIÓN REGIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE



Que, el artículo 39 del Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, aprobado mediante Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI, establece que El título habilitante es el acto administrativo otorgado por la autoridad forestal y de fauna silvestre, que permite a las personas naturales o jurídicas el acceso, a través de planes de manejo, para el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales y de fauna silvestre y los servicios de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre;

Que el artículo 197 inciso c) del Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, aprobado mediante Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI, establece que La ARFFS ejerce la función de control del patrimonio, supervisa el cumplimiento de las obligaciones legales, administrativas o técnicas contenidas en los actos administrativos a su cargo, distintos a los títulos habilitantes y los planes de manejo aprobados en el ámbito de su competencia territorial. Ejerce la función fiscalizadora y sancionadora respecto del incumplimiento de las disposiciones establecidas en dichos actos y como consecuencia del ejercicio de su función de control;

Que el Artículo 68 del Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, aprobado mediante Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI establece el Reingreso a parcelas de corta para el aprovechamiento de madera y que Culminada la vigencia del plan operativo y de existir árboles aprobados para su aprovechamiento que hayan quedado en pie, es posible realizar el reingreso a la parcela de corta del dicho plan operativo a fin de realizar el aprovechamiento de estos árboles, para lo cual el titular del título habilitante deberá presentar la solicitud correspondiente ante la ARFFS;



Que en fecha 25 de mayo del 2016, mediante Resolución de Dirección Ejecutiva N° 112-2016-SERFOR-DE., se resuelve aprobar los lineamientos para el reingreso y para la movilización de saldos., teniendo como objetivo Establecer lineamientos técnicos para el reingreso a parcelas de corta para el aprovechamiento de madera y para la movilización de saldos de productos maderables y no maderables de títulos habilitantes vigentes;

Que, la Ley De Procedimiento Administrativo General Ley 27444 en su Artículo 32.- Sobre la Fiscalización posterior mencionan en el numeral 32.1 Por la fiscalización posterior, la entidad ante la que es realizado un procedimiento de aprobación automática o evaluación previa, queda obligada a verificar de oficio mediante el sistema del muestreo, la autenticidad de las declaraciones, de los documentos, de las informaciones y de las traducciones proporcionadas por el administrado;



Que, el inciso b), del Artículo 45° de la Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales y su Modificatoria Ley N° 27902, establece que, las funciones generales de los Gobiernos Regionales se ejercerán con sujeción al ordenamiento jurídico establecido por la Constitución, la Ley de Bases de la Descentralización y demás Leyes de la Republica, indicando como función normativa y reguladora la elaboración y aprobación de normas de alcance Regional y regular los servicios de su competencia;

Que, mediante la Resolución Ministerial N° 0301-2010-AG, se declara por concluido el proceso de efectivización de la transferencia de funciones en materia agraria al Gobierno Regional de Madre de Dios;



Que, el Gobierno Regional de Madre de Dios mediante Ordenanza Regional N° 007-2012-GRMDD/CR de fecha 18 de abril del 2012, por el cual se aprobó los nuevos documentos de gestión institucional como el Reglamento de Organización y Funciones, la cual en su artículo 136° dispone el cambio de denominación del Programa Regional de Manejo de Recursos Forestales y Fauna Silvestre por el de Dirección Regional Forestal y Fauna Silvestre, el cual es un órgano de línea de tercer nivel organizacional, la cual depende jerárquica y administrativamente de la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Ambiente, es responsable de administrar el ordenamiento y aprovechamiento racional y sostenible del patrimonio forestal y de fauna silvestre con participación de los actores involucrados, controlar la aplicación de las normas y estrategias en concordancia con la política nacional y la conservación de los ecosistemas para mejorar la calidad de vida de la población;

Que, mediante Resolución Ejecutiva Regional N° 123-2017-GOREMAD/GR, de fecha 05 de Junio de 2017, se designa al Ingeniero JORGE DUEÑAS SALAS en el puesto y funciones de la Dirección Regional Forestal y de Fauna Silvestre del Gobierno Regional de Madre de Dios;

Que, mediante Resolución Directoral Regional N° 131-2017-GOREMAD-GRRNYGA-DRFFS/DFFS-TAH de fecha 20 de Marzo del 2017, La Dirección Forestal y de Fauna Silvestre Tahuamanu del Gobierno Regional de Madre de Dios, aprueba el Plan General de Manejo Forestal Reformulado en una superficie de 220,329,33 hectáreas, de la empresa Consolidado Maderacre, conformado por las empresas: Maderera Río Acre S.A.C. (MADERACRE S.A.C.), con contrato N° 17-TAH/C-J-001-02, Agrícola Las Gramas S.A.C., con





**GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS**  
**GERENCIA REGIONAL DE RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN DEL AMBIENTE**  
**DIRECCIÓN REGIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE**



los contratos N° 17-TAH/C-J-024-02, N° 17-TAH/C-J-025-02, N° 17-TAH/C-J-026-02, N° 17-TAH/C-J-033-02, N° 17-TAH/C-J-035-02, N° 17-TAH/C-J-036-02, N° 17-TAH/C-J-054-02;

Que, mediante Resolución Directoral Regional N° 127-2014-GOREMAD-GRRNYGA-DRFFS/DRFFS-TAH, de fecha 02 de Junio del 2014, se aprueba el POA 12, Zafra 2014-2015 (PCA 12) a la empresa Consolidado Maderacre, conformado por la concesiones: Maderera Río Acre S.A.C., Agrícola Las Gramas S.A.C., Titular de los Contratos de Concesión Forestal N° 17-TAH/C-J-001-02, 17-TAH/C-J-033-02, 17-TAH/C-J-035-02 y 17-TAH/C-J-054-02;

Que, mediante Resolución Directoral Regional N° 159-2015-GOREMAD-GRRNYGA-DRFFS/DRFFS-TAH, de fecha 18 de Marzo del 2015, se aprueba el POA 12 Reformulado, Zafra 2014-2015 (PCA 12) a la empresa Consolidado Maderacre SAC, conformado por las empresas: Maderera Río Acre S.A.C. (MADERACRE S.A.C.), con contrato N° 17-TAH/C-J-001-02, Agrícola Las Gramas S.A.C., Titular de los contratos N° 17-TAH/C-J-024-02, N° 17-TAH/C-J-025-02, N° 17-TAH/C-J-026-02, N° 17-TAH/C-J-033-02, N° 17-TAH/C-J-035-02, N° 17-TAH/C-J-036-02 y N° 17-TAH/C-J-054-02;

Que mediante Carta N° 007-2016-MADERACRE SAC, Exp. N° 1087, de fecha 27 de Mayo del 2016, el Sr. Nelson N. Kroll Kohel Gerente Forestal del Consolidado MADERACRE, presenta su expediente de Informe de Ejecución Anual del PO PCA 12 ejecutado en la Zafra 2014-2015, culminada en la zafra 2015-2016;

Que mediante Carta N° 013-2017-CONSOLIDADO MADERACRE, Exp. N° 1546, de fecha 21 de Julio del 2017, el Sr. Nelson N. Kroll Kohel., Gerente Forestal del Consolidado MADERACRE, presenta su expediente de solicitud de Reingreso del PO PCA 12 culminado en la Zafra 2015-2016;

Que, mediante Balance de Extracción, La Dirección Forestal y Fauna Silvestre Tahuamanu a través de la Oficina de C.I.E.F. corrobora los saldos de madera descritos en el balance de extracción de movilización de madera;

En uso de las atribuciones y competencias conferidas por la Resolución Ministerial N° 0301-2010-AG, de la Resolución Ejecutiva Regional N° 474-2015-GOREMAD/GR, de la Resolución Directoral Regional N° 839-2014-GOREMAD-GRRNYGA-DRFFS y la Resolución Directoral Regional N° 163-2015-GOREMAD-GRRNYGA-DRFFS de las Ordenanzas Regionales N° 033-2009-GRMDD/CR y N° 007-2012-GRMD/CR; y de la Ley de Procedimiento Administrativo General - Ley N° 27444;

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.- Autorizar a la Empresa Consolidado Maderacre SAC, conformado por las empresas: Maderera Río Acre S.A.C. (MADERACRE S.A.C.), con contrato N° 17-TAH/C-J-001-02, Agrícola Las Gramas S.A.C., con contrato N° 17-TAH/C-J-024-02, N° 17-TAH/C-J-025-02, N° 17-TAH/C-J-026-02, N° 17-TAH/C-J-033-02, N° 17-TAH/C-J-035-02, N° 17-TAH/C-J-036-02, N° 17-TAH/C-J-054-02, el Reingreso a parcela de corta N° 12 para el aprovechamiento de madera del PO, culminado en la Zafra 2015-2016., pudiendo realizar la movilización de los productos forestales maderables durante los trescientos sesenta y cinco (365) días calendario (01 Año), contados a partir de la aprobación de la presente Resolución Directoral Regional; cuyos puntos de ubicación en coordenadas UTM, especie y volumen se detalla en los cuadros siguientes:**

**Cuadro N° 01. Superficie de la PC 12.**

**FRENTE 1**

VERTICES	COORDENADAS UTM		VERTICES	COORDENADAS UTM		DATUM	ZONA	SUPERFICIE Has.
	ESTE	NORTE		ESTE	NORTE			
P1	422557	8777601	P7	415118	8774828	WGS 84	19	6725.00
P2	422557	8774249	P8	415124	8779355			
P3	427557	8774249	P9	418410	8778074			
P4	427557	8772344	P10	418410	8775924			
P5	416764	8769339	P11	420464	8775924			
P6	416764	8774829	P12	420464	8776507			





**GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS**  
**GERENCIA REGIONAL DE RECURSOS NATURALES Y GESTIÓN DEL AMBIENTE**  
**DIRECCIÓN REGIONAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE**



FRENTE 02

VERTICES	COORDENADAS UTM		DATUM	ZONA	SUPERFICIE Has.
	ESTE	NORTE			
P1	427557	8772244	WGS 84	19	2972.00
P2	427557	8762676			
P3	423975	8761467			
P4	423715	8762780			
P5	424737	8770784			

**Cuadro N° 02. Especies y volúmenes a aprovechar PC 12**

N°	Especie		DMC (cm)	N° de árboles		Volumen (m <sup>3</sup> )	
	N. Común	N. Científico		ha	Total	ha	Total
1	Capiroña	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	75	0.049	459	0.358	3328.877
2	Catahua	<i>Hura crepitans</i>	85	0.028	259	0.352	3267.326
3	Catuaba	<i>Qualea sp.</i>	65	0.040	370	0.262	2438.075
4	Copaiba	<i>Copaifera reticulata</i>	80	0.042	387	0.461	4282.828
5	Guacamayo caspi	<i>Sickingia tinctoria</i>	65	0.164	1523	1.001	9297.688
6	Huayruro	<i>Ormosia sp.</i>	55	0.054	497	0.300	2786.12
7	Itauba	<i>Mezilaurus itauba</i>	70	0.012	111	0.090	837.414
8	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i>	80	0.043	401	0.978	9083.703
9	Manchinga	<i>Brosimum alicastrum</i>	80	0.167	1554	1.511	14034.347
10	Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i>	70	0.076	706	0.515	4784.119
11	Palo bastón	<i>Astronium sp.</i>	60	0.041	379	0.200	1862.206
12	Pashaco	<i>Schizobolium sp.</i>	50	0.075	699	0.469	4353.563
13	Paujil ruro	<i>Pterygota amazonica</i>	60	0.006	52	0.030	280.37
14	Quillobordón	<i>Aspidosperma vargasii</i>	55	0.031	284	0.134	1243.776
15	Quinilla	<i>Manilkara sp.</i>	75	0.062	576	0.487	4519.881
16	Remo caspi	<i>Aspidosperma nitida</i>	65	0.011	99	0.083	768.28
17	Sapote	<i>Mafesia sp.</i>	70	0.024	227	0.186	1730.364
<b>Total General</b>				<b>0.924</b>	<b>8583</b>	<b>7.418</b>	<b>68898.937</b>



**Artículo 2°.- NOTIFICAR**, el presente acto administrativo a La empresa Consolidado Maderacre SAC, conformado por las empresas: Maderera Río Acre S.A.C. (MADERACRE S.A.C.), con contrato N° 17-TAH/C-J-001-02, Agrícola Las Gramas S.A.C., con contrato N° 17-TAH/C-J-024-02, N° 17-TAH/C-J-025-02, N° 17-TAH/C-J-026-02, N° 17-TAH/C-J-033-02, N° 17-TAH/C-J-035-02, N° 17-TAH/C-J-036-02, N° 17-TAH/C-J-054-02, en el domicilio señalado en su solicitud procediendo conforme lo establece el artículo 160° o en su defecto el artículo 161° del código procesal civil.

**Artículo 3°.- Remitir** la presente Resolución a la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del Gobierno Regional de Madre de Dios-GOREMAD, poner en conocimiento de OSINFOR para que realice su labor de supervisión y poner en conocimiento de SERFOR para que realice su labor de registro y difusión de información y a las instancias que correspondan para los fines pertinentes. HS.

**Regístrese, comuníquese y cúmplase.**



GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS  
 Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente  
 Dirección Regional Forestal y de Fauna Silvestre

Ing. Jorge Dueñas Salas  
 DIRECTOR REGIONAL

**GRUPO CARDOZO S.A.C**  
**Ruc: 20490537890**  
**Carretera Interoceánica Ruta Iñapari-Iberia km7**

---

**AUTORIZACIÓN**

Yo; Sandro Martin Cardozo Mouzully con DNI N°: 05060307 con domicilio en Av. León Velarde S/N, sector La Colonia, Distrito de Iñapari, provincia de Tahuamanu, departamento Madre de Dios, Como representante legal de la empresa Grupo Cardozo S.A.C, con Ruc: 20490537890, dirección en Carretera Interoceánica Ruta Iñapari-Iberia km7, **AUTORIZO** a la Srta. Dunia Indira Ramírez Correa; el uso de las instalaciones de la empresa; para la realización de una tesis de investigación Titulada " **RENDIMIENTO DE ASERRÍO DE COPAIBA (*Copaifera reticulada* D.) Y LUPUNA (*Ceiba pentandra* L.) EN TAHUAMANU- MADRE DE DIOS**"; así como también el uso de la información que ella requiera para dicha investigación.

Iñapari 23 de julio del 2018

**Atentamente**



---

**SANDRO MARTIN CARDOZO MOUZULLY**  
**GRUPO CARDOZO S.A.C**  
**GERENTE GENERAL**